ROZPRAVY
ČESKOSLOVENSKÉ
AKADEMIE VĚD

ŘADA MATEMATICKÝCH
A PŘÍRODNÍCH VĚD

Ročník 94 - Sešit 3

JOSEF RUSEK

Zur Bodenfauna in drei Typen von Überschwemmungswiesen in Süd-Mähren

PRAHA 1984

ACADEMIA
NAKLADATELSTVÍ
ČESKOSLOVENSKÉ
AKADEMIE VĚD

ROZPRAVY ČESKOSLOVENSKÉ AKADEMIE VĚD

Řídí akademik Jaroslav Purš
s redakční radou

Wisseschaftlicher Redakteur: Prof. RNDr. František Miller, DrSc.
Rezensent: Doc. RNDr. Miroslav Kunst, CSc.

INHALT

1. EINLEITUNG

Entlang der Flussläufe entwickeln sich Auenwälder und Wiesen. Beide Pflanzenformationen sind besonders durch die Höhe der Wasserstandslinie des Bodens bedingt. In Abhängigkeit von der Höhe der Grundwasserlinie verläuft eine Sukzession der Pflanzengemeinschaften von Wasser- über Sumpf- und Feucht- bis zu den Trockenassoziationen. Wenn sich das Ufer allmählich hebt, wird durch die Sukzession eine Reihe von Saumgemeinschaften, die sogenannte Hydroserie gebildet. Die unterste Stufe der Hydroserie wird also durch eine aquatische, die oberste wieder durch eine xerische Assoziation repräsentiert. Zwischen der untersten und obersten Stufe gibt es eine ganze Reihe von verschiedenen Coenosen, die besonders von den Wasserverhältnissen bedingt sind. Diese zusammenhängende Reihe von Gemeinschaften liegt im Gelände gewöhnlich nicht in einer theoretischen Reihenfolge hintereinander. Die einzelne Assoziationen der Hydroserie kommen gewöhnlich mosaikartig vor und zeigen so die Höhe der Grundwasserlinie an. An den unteren Flussläufen kommt es bei Hochwasser sehr oft zur Überflutung der niedriger liegenden Landschaft. Die Überflutungen spielen hier eine wichtige Aufgabe im Leben der Biocoenosen. Gewöhnlich werden die unteren Hydroserienstufen am längsten überflutet, die oberen Stufen liegen dagegen nur ausnahmsweise bei sehr hohem Wasser für ganz kurze Zeit unterhalb der Wasseroberfläche.

Der grosse Wiesenkomplex im Bereich der Flüsse Dyje und Morava in Süd-Mähren stellt die letzten Reste der Überschwemmungswiesen in Mitteleuropa dar. Beim Dorfe Lanžhot im Bereich der Mündung der Dyje in die Morava ist eine Hydroserie von 6 Wiesenassoziationen entwickelt. Die Wiesen wurden hier gründlich durch Botaniker der ökologischen Abteilung des Botanischen Institutes der Tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaften (Brno) studiert. Die Phytocoenosen hat hier BALÁTOVÁ-TULÁČKOVÁ (1966, 1968) beschrieben und synökologisch analysiert. Diese Arbeiten wurden als Grundlage zu einer umfangreichen ökologischen Arbeit im Rahmen des I. B. P. benutzt. Im Laufe von mehreren Jahren wurde auf Konstantflächen die Primärproduktion (HÁJKOVÁ-MASNÁ 1967, JAKRLOVÁ 1967, 1968, 1971), die mikrobielle Aktivität im Boden, der Abbau des Pflanzenabfalles und eine ganze Reihe von verschiedenen abiotischen und biotischen Faktoren verfolgt (RYCHNOVSKÁ et col. 1972, TESAŘOVÁ 1971, ÚLEHLOVÁ 1965, 1967, 1970, 1973).

Im Jahre 1968 wurde hier auf den botanisch und bodenmikrobiologisch gut be-

kannten Wiesen mit dem Studium der Bodenfauna begonnen. Auf drei ständigen Flächen wurde die qualitative Zusammensetzung und die Populationsdynamik der Arthropodenfauna des Bodens, mit besonderer Berücksichtigung der Apterygoten, verfolgt. Bei dieser Arbeit wurden die früheren und die parallel von den Geobotanikern gewonnenen Data über die abiotischen und biotischen Verhältnisse der studierten Flächen ausgenützt. Es wurde ein reiches Primärmaterial der verfolgten Bodenfauna gewonnen, von welchem bisher nur Beschreibungen der neuen Arten (Rusek 1970a, 1971, 1973a, b, c) und eine kurze Nachricht über die ökologischen Resultate (Rusek 1970b) veröffentlicht wurden. In der vorliegenden Arbeit wird das Material von drei Überschwemmungswiesen komplex bearbeitet.

Ich bin den Kollegen aus dem Botanischen Institut der Tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaften in Brno für die Möglichkeit, an ihren ständigen IBP-Forschungsflächen zu arbeiten, sowie für viele phytocoenologische, pflanzenökologische, mikroklimatische und bodenmikrobiologische Daten sehr verbunden. Ich möchte auch an dieser Stelle meinen innigsten Dank besonders den Kolleginen Dr. B. Úlehlová, CSc., Dr. E. Balátová, CSc., Dr. M. Tesařová, CSc. und Herrn I. Ostrý aussprechen. Für die erste Sortierung des Materiales und für die technische Hilfe im Labor bin ich der technischen Assistentin, Fräulein Z. Víznerová sehr dankbar. Für die mathematische Bearbeitung der Daten mittels Rechner möchte ich Herrn Kollegen Dr. M. Rejmánek, CSc. aus der Mathematischer Abteilung des Südböhmischen Biologischen Zentrums der Tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaften in České Budějovice meinen innigsten Dank aussprechen. Für die sprachliche Korrektur des Manuskriptes, sowie für einige sachliche Bemerkungen bin ich Herrn Kollegen Doz. Dr. W. Dunger (Görlitz) sehr verbunden. Für wertvolle Bemerkungen zu dem Manuskript spreche ich dem wissenschaftlichen Redakteur Prof. Dr. F. Miller, DSc (Brno) und dem Rezensent dieser Publikation Doz. Dr. M. Kunst, CSc. (Praha) meinen innigsten Dank aus.

2. LITERATURÜBERSICHT

Über die Bodenfauna der Wiesen existiert verhältnismässig reiche Literatur. Die erste monographische Bearbeitung des Wiesenedaphons stammt von FRENZEL (1936). Er hat alle damalige Kenntnisse und seine eigene Ergebnisse über die Bodenfauna der schlesischen Wiesen zusammengefasst. Diese Arbeit hat viel neues über die Bodenfauna der Wiesen gebracht. Die Taxonomie der Bodentiere war aber noch mindestens bis 10 Jahre nach dem zweiten Weltkriege auf niedrigem Niveau und auch die quantitative Extraktionsmethoden waren nicht so genau wie heute. Die älteren Arbeiten müssen wir deshalb als wichtige Pionierwerke ansehen, die die weitere Entwicklung der Bodenzoologie förderten. Zu den meisten faunistischen Angaben und den Abundanzwerten in den älteren Arbeiten müssen wir aber kritisch sein.

In den letzten 20—30 Jahren hat sich mit der Fauna der europäischen Wiesenböden eine ganze Reihe von Verfassern befasst. Der grösste Teil der Arbeiter hat nur eine einzige taxonomische oder ökologische Gruppe der Bodentiere studiert. So haben sich z.B. mit den Collembolen in Wiesenböden LEUTHOLD (1961), PALISSA (1955), STRENZKE (1949) und andere befasst. Mit den Coleoptera der Wiesenböden haben sich z.B. HONCZARENKO (1962), BÍLÝ und PAVLÍČEK (1970) u.a. befasst. Die Lumbriciden der slowakischen Wiesen wurden von ZAJONC (1970) synökologisch bearbeitet. Eine ganze Reihe von Forschern hat sich auch anderen Tiergruppen der Wiesenböden gewidmet. Nur wenige Arbeiten befassen sich mit der komplexen Erforschung mehreren Bodentiergruppen (z.B. ALEJNIKOVA 1965, FRANZ 1950, HAARLOW 1960, u.a.).

Die Bodenfauna der durch Überschwemmungen nicht beeinflussten Wiesen, mit der sich die oben angeführten Arbeiten befassen, unterscheidet sich aber wesentlich von der Bodenfauna der inundierten Wiesen. Das Hochwasser wirkt auf das Edaphon als wichtiger ökologischer Faktor und schafft diesen Wiesen ganz speziphische Lebensbedingungen. Die Bodenfauna der Überschwemmungswiesen wurde bisher nicht komplex studiert. Es gibt aber Arbeiten, die die Bodenfauna der Überschwemmungswiesen rein faunistisch behandelten (KRIŠTAL' 1956). Der Wirkung des Überschwemmungswassers auf die Regenwürmer wird ein Kapitel in der Arbeit von ZAJONC (1970) gewidmet. Es gibt aber auch einige weitere Arbeiten, die die Wirkung des Wassers auf die Bodenfauna behandeln. Eine von den ersten Arbeiten die diesem Problem gewidmet wurde, befasst sich mit den Drahtwürmern (Elateridae) (LANE et JONES

1936). Auf Grund der Laborversuche haben die Verfasser festgestellt, dass die Larven von *Limonius californicus* und *Limonius canus* bei niedriger Temperatur (10—15 °C) bis über ein Jahr im Wasser leben können. Bei 30 °C wurde dagegen eine 100 %ige Mortalität nach 27 Tagen festgestellt. Ganz anders ist es aber in Boden, der völlig mit Wasser gesättigt war. Bei 30 °C wurde hier schon nach 4 Tagen eine 100 %ige Mortalität festgestellt; bei 10 °C und 15 °C starben aber nach 21 Versuchstagen nur 26 % der Larven. Im Gelände hat eine 7—20 tägige Sommerüberschwemmung 75—100 %ige Mortalität dieser zwei Elateridenarten hervorgerufen; die 210-tägige Überschwemmung in kälterer Jahreszeit (Oktober bis Mai) hat die Abundanzwerte dagegen nur sehr gering beeinflusst (LANE et JONES 1936).

Die Ursache, warum in mit Wasser gesättigtem Boden Drahtwürmer schneller absterben, hat GILJAROV (1949) durch einfachen Experiment erklärt. In den überschwemmten Böden, besonders aber in den schwereren Böden mit geringer Zahl an luftgefüllten Poren, ist die Wasserzirkulation gering und langsam. In den überschwemmten Böden kommt so nur sehr langsam neues Wasser mit höherem Sauerstoffgehalt zu den Larven. Die Larven sollen im Boden durch die ganze Körperoberfläche atmen. Im Wasser und im überschwemmten Boden wird der Sauerstoff aus dem Wasser auf dem Wege der Diffusion durch die Kutikula aufgenommen. Die aktive Fläche der Kutikula ist im überschwemmten Boden um die Teile kleiner, die die Bodenpartikeln berühren. Das alles sollen die Faktoren sein, die die Mortalität der Drahtwürmer bei der Überflutung beeinflussen.

Zu ähnlichen Resultaten kam auch SCHAERFFENBERG (1949): »Bedeutend länger, ja mitunter sogar unbegrenzt halten viele Bodentiere, wie Lumbriciden, Enchytraeiden und Insektenlarven unten Wasser aus . . . Bei den Würmern beruht dies freilich nicht auf grossen anoxybiotischen Fähigkeiten . . ., sondern ist vielmehr auf Hautatmung zurückzuführen, welche es ihnen ermöglicht, den geringen Sauerstoffgehalt des Wassers zur Gewinnung ihrer Lebensenergie ausnutzen.« Bei den terricolen Insektenlarven ist aber Schaerffenberg der Meinung, dass die Kutikularatmung keine wichtige Role spielt und dass sie über bedeutende anoxybiotische Fähigkeiten verfügen. Das Überleben oder Absterben der Larven während der Inundation erklärt er anders. In einem Experiment hat Schaerffenberg festgestellt, dass die ins Wasser eingetauchten Elateridenlarven, Maikäferengerlingen und andere Larven von Coleoptera und Diptera entweder anschwellen und während einigen Tagen ganz mit Wasser gefüllt und aufgetrieben sind, oder sie schwellen nicht an und bleiben normal beweglich. Die Anschwellung kommt bei Arten vor, die in trockenen oder mässig feuchten Böden leben. Ihre Körperflüssigkeiten haben im Vergleich zu dem umgebenden Wasser einen höheren osmotischen Wert und das Wasser wirkt auf sie stark hypotonisch. Die Körperflüssigkeiten werden durch das Wasser, das durch die permeabile Kutikula in den Körper eindringt, verdünnt und die Larven schwellen so in kurzer Zeit an. Bei den niedrigeren Frühlings- und Herbsttemperaturen (8—14 °C) ist die Anschwellung noch nach 2—3 Wochen reversibel. Wenn die Larven nach dieser Zeit in trockenere Böden kommen oder wenn der Boden nach der Überflutung langsam austrocknet, verschwindet die Anschwellung nach 1—2 Tagen und sie können sich weiter normal

entwickeln. Bei höheren Wassertemperaturen während der Sommerüberschwemmung sterben die angeschwollenen Larven nach wenigen Tagen. Wo aber der Gasaustausch völlig unterbunden oder nur gering ist, z.B. in tieferen Bodenschichten, fallen die Bodentiere bei der Überschwemmung in einen Starrezustand (ohne Anschwellung), aus dem sie immer wieder erwachen können. Schaerffenberg erklärt diese Tatsache dadurch, dass die edaphischen Insektenlarven über bedeutende anoxybiotische Fähigkeiten verfügen.

Synökologisch hat sich niemand mit der Bodenfauna der Überschwemmungswiesen befasst. Vor kurzer Zeit hat sich aber mit ähnlichen Problemen Beck (1972) befasst. Er untersuchte die Bodenfauna der Überflutungsböden im zentral-amazonischen Regenwaldgebiet. Die epigäische Makro-Arthropodenfauna weicht meistens vor dem steigenden Wasser zurück ins Landesinnere. Die hemiedaphische Makrofauna wird aber teilweise überschwemmt. Die Berlese-Fauna (Mesofauna) wird dagegen gänzlich überflutet. Schon im kurz überschwemmten Boden ist die Bodenfauna negativ beeinflusst. Nach einer Woche verschwinden die meisten Gruppen und Arten des Edaphons und es zeigen sich hier die ersten aquatischen Arten (z.B. Dryopidae). Von den Acarina sind alle Gruppen mit Ausnahme der Oribatei stark reduziert. Die Collembolen haben ihre Abundanz fasst nicht verändert. Nach 4—6 Wochen Überflutung ändert sich aber das Bild weiter. Von der Berlese-Fauna blieben hier nur Oribatei, aber auch bei ihnen wurde die Abundanz um 75 % reduziert und von den 18 Arten blieben hier nur 6. Am Ende der 7—8-monatigen Überflutungsperiode wurde die Bodenmesofauna um 95 % erniedrigt und es kamen häufiger Larven von aquatischen Coleoptera und Chironomidenlarven vor. Am Ende der Überflutung waren von Oribatei noch 5 Arten feststellbar, und die Art *Rostrozetes foveolatus* dominierte ($D = 80$). Nach Trockenfallen des Gebietes steigt die Individuendichte der Berlese-Fauna sprunghaft an. Dabei überwiegen Jungtiere bei fast allen Gruppen der Bodenfauna. Nach 3—4 Monaten erreicht die Berlese-Fauna die gleichen Abundanzwerte wie vor der Überflutung. Den Oribatei widmet Beck besondere Aufmerksamkeit. Sie wurden teilweise bis zur Art bestimmt, und bei einigen Arten wurde näher die Phänologie beschrieben. Es zeigt sich, dass einige Arten die Überflutung nur im Eistadium überdauern, bei *Rostrozetes foveolatus* leben dagegen die erwachsene Tiere unter dem Wasser und bilden in dieser Zeit Eier aus, die bei Trockenfallen des Biotopes abgelegt werden. *Trimalaconothrus* sp. ist unter Wasser häufiger als im Boden über Wasser; er wird zu den aquatischen oder amphibischen Arten gezählt.

Die durch Beck studierte Problematik ist unserem Thema ähnlich. Die Überschwemmungswiesen in Mitteleuropa kann man aber nicht ganz mit den jahresperiodischen Überflutungen im tropischen Regenwaldgebiet und den dort vorhandenen Lebensbedingungen vergleichen.

Weitere Angaben über die Wirkung der Überflutungen auf die Bodenfauna führt Kühnelt (1950) an. Es sind teilweise auch unveröffentlichte Beobachtungen und Ergebnisse aus der Dissertationsarbeit Wittasek's (1947), und sie werden an anderen Stellen der vorliegenden Arbeit diskutiert.

3. METHODIK UND STRUKTURMERKMALE DER ARTHROPODENGEMEINSCHAFTEN

3.1. Bodenproben und Auslesetechnik

Die Bodenfauna wurde mittels quantitativer Bodenproben untersucht. Auf jeder von den drei ständigen Lokalitäten wurden mit einem Bodenbohrer bei jeder Probenentnahme 10 Bodenproben à 10 cm^2 Bodenoberfläche und 15 cm tief entnommen. Von jeder Lokalität wurden die Proben zusammen in einem Kunststoffsäckchen in einer Styroporkiste (Schutz gegen hoher Temperatur) ins Labor gebracht. Zum Auslesen der Bodenfauna haben wir Tullgren-Apparate mit Glastrichtern 30 cm im Durchmesser und mit 60 W-Glühbirnen verwendet. Am ersten Tag war die Glühbirne ausgeschaltet, weitere 5 Tage eingeschaltet. Nach 6 Tagen war die Auslese beendet.

Einmal (am 12. IX. 1968) wurden auf jeder Lokalität weitere 10 Parallelproben (gleicher Grösse wie oben angeführt) entnommen, die einzeln eingepackt, transportiert und ausgelesen wurden. Diese Proben dienten zum Feststellen einiger Strukturparameter der Apterygotengemeinschaft. Sie wurden in kleinen Kartontrichtern nach Dudich, Balogh und Loksa (1952) (s. Balogh 1958) bei Zimmertemperatur (etwa 25 °C) 10 Tage ausgelesen.

Das ausgelesene Material wurde in 75 %igem Ethanol konserviert und dann weiter bearbeitet. Zum Bestimmen wurden aus einem Teil des Materials Dauerpräparate in Chloralhydrat-Gummi-arabicum-Gemisch angefertigt (Rusek 1975). Das verbleibende Material wurde nach der Sortierung, Bestimmung und Zusammenrechnung der Arten, Probendaten und Lokalitäten nach in einzelnen Glasrörchen im 96 %igem Ethanol weiter aufbewahrt.

3.2. Strukturmerkmale der Arthropodengemeinschaften

3.2.1. Abundanz

Die Abundanz (*A*) gibt die Zahl der Individuen einer bestimmter Art oder Gruppe je bestimmte Einheit der Bodenoberfläche an. Die durchschnittliche Abundanz wird

in dieser Arbeit zum Vergleich der einzelnen Wiesen verwendet. Die durchschnittliche Abundanz ($\varnothing\ A/m^2$) wurde folgend berechnet:

$$\varnothing\ A/m^2 = \frac{s}{y} \cdot 100.$$

s - Summe der in allen Aufnahmen von derselben Lokalität festgestellten Individuen einer bestimmten Art (oder Gruppe), y - Zahl der Aufnahmen während der Untersuchungsperiode.

3.2.2. Dominanz

Die Dominanz (D) gibt den Prozentsatz der Individuen einer bestimmten Art (oder Gruppe) von der Gesamtzahl aller Individuen (s. BALOGH 1958) an.

3.2.3. Konstanz

Die Konstanz (C) bezeichnet den Prozentsatz der einzelnen Proben in einer Probenaufnahme, in denen eine bestimmte Art festgestellt wurde. Die Konstanz einer Art in einzelnen Probenaufnahmen während der ganzen Untersuchungsperiode wird in dieser Arbeit als C_r bezeichnet. Für die Bezeichnung der Konstanz (C und C_r) einzelnen Arten wird die von TISCHLER (1949) verwendete Skala benützt:

1. Eukonstante Arten: $C\ (C_r) = 75 - 100\ \%$
2. Konstante Arten: $C\ (C_r) = 50 - 74{,}9\ \%$
3. Akzessorische Arten: $C\ (C_r) = 25 - 49{,}9\ \%$
4. Akzidentelle Arten: $C\ (C_r) = 0 - 24{,}9\ \%$

3.2.4. Charakteristische Artkombination

Die Arten der Apterygotengemeinschaft mit $C_r \geqq 50\ \%$ werden als charakteristische Artkombination bezeichnet.

3.2.5. Diversität und ihre Komponenten

Die Diversität und ihre Komponenten wurden mit dem Rechner Hewlett-Packard 9830 berechnet. Die Indizes M, $2^{H'}$ und S haben dieselbe Skala $< 1, \infty >$. Der Shannon-Wiener Index ist der in der Literatur am häufigsten verwendeter Diversitätsindex, $2^{H'}$ hat aber den Vorteil, dass er direkt mit M und S vergleichbar ist. Die Differenzen zwischen den H'-Werten kann man statistisch testen.

Shanon-Wiener-Index H'

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} \frac{N_i}{N} \log_2 \frac{N_i}{N}.$$

N_i — Zahl der Individuen der i-ter Art,
N — Zahl der Individuen aller Arten ($= \sum N_i$),
S — Zahl aller Arten.

Die Werte H' liegen in den Grenzen $<0, \infty>$. Die Differenzen zwischen den H'-Werten der nachfolgenden Proben wurden nach der Hutcheson's Methode (1970) getestet. In der graphischen Darstellung (Abb. 46—48) sind die statistisch signifikanten Differenzen ($p < 0{,}01$) mit + bezeichnet.

Ausgeglichenheit (Equitability) E

$$E = \frac{H'}{\log_2 S}.$$

Die Ausgeglichenheit ist das Verhältniss zwischen der errechneten Diversität der Probe und der maximal möglichen Diversität bei der festgestellten Zahl der Arten. Der E-Index erreicht Werte von 0 bis 1.

Simpson's Diversitätsindex M

$$M = \frac{1}{\sum^{s} \left(\frac{N_i}{N}\right)^2}.$$

Der Simpson's Diversitätsindex wiegt mehr die dominanten Arten und weniger die Arten mit geringer Individuenzahl im Gegensatz zum Shannon-Wiener-Index.

$2^{H'}$

Dieser Index stellt den Antilogarithmus des Shannon-Wiener-Indexes vor und hat den Vorteil, dass die Werte zwischen $< 1, \infty >$ liegen. Dieser Index respektiert auch die seltenen Arten.

3.2.6. Dominanzindizes

Die Dominanzindizes sind in negativer Korrelation zur Diversität. Der Dominanzindex D_1 gibt uns die prozentuale Vertretung der dominantesten Art in der Probe an.

$$D_1 = 100 \, . \left(\frac{N_{d_1}}{N}\right) .$$

N_{d_1} — Zahl der Individuen der dominantesten Art in der Probe,
N — Zahl aller Individuen von allen Arten in der Probe.

Der Dominanzindex D_2 gibt uns die prozentuale Vertretung der beiden ersten dominantesten Arten in der Probe an. Ähnlich kann auch der Dominanzindex D_3 berechnet werden.

$$D_2 = 100 \, . \left(\frac{(N_{d_1} + N_{d_2})}{N}\right) .$$

N_{d_2} — Zahl der Individuen der Art mit zweithöchsten Dominanz in der Probe.

3.2.7. Ordination

Die Ordination der Proben von der Sumpfwiese, der feuchten Wiese und der trockenen Wiese wurde mittels Rechner IBM 370 nach dem modifizierten Program PCFLOR (GOLDSTEIN und GRIGAL 1972) berechnet. Das Prinzip dieser Methode liegt in der Lösung eines Eigenwertproblems, bezeichnet als Hauptfaktormethode (Principal Component Analysis). Als primäre Eingangsdaten sind hier die Zahlen der Individuen der einzelnen Arten in den einzelnen Proben verwendet und sie bestimmen die Lage der einzelnen Proben im n-dimensionalen Raum (der i-te Raum entspricht der Individuenzahl der i-ten Art). Mit dieser Methode ist die Reduktion der Dimensionalität, in unserem Fall in den 3-dimensionalen Raum, mit der möglichst kleinsten Verzerrung gesichert. Diese Methode wird zum Suchen der Hauptrichtungen der Datenvariabilität genutzt. In unserem Fall zeigte sich, dass die Hauptrichtung der Variabilität die Feuchtigkeit ist. Sie entspricht der ersten Ordinationsachse (1). Die Punkte stellen einzelne Proben dar und sie sind zusammen so verbunden, wie sie nacheinander während der Untersuchungsperiode abgenommen wurden. Der Pfeil bei der ersten Probe zeigt die Richtung zu der zweiten und den nachfolgenden Proben (Abb. 49).

3.2.8. Klassifikation der Apterygotengemeinschaften mittels Abstandkoeffizienten

Die numerische Klassifikation aller Proben wurde mit dem Rechner IBM 370 mittels Programme BMDP (BROWN 1977) durchgeführt. Für die Clusterbildunganalyse wurde das Programm P2M mit dem Abstandskoeffizient phi-square (PHISQ) verwendet:

$$\left[\sum_i \left\{\frac{(x_{ij} - e_{ij})}{e_{ij}} + \frac{(x_{il} - e_{il})}{e_{il}}\right\}\right] \bigg/ N_{jl}.$$

$e_{ij} = (x_{ij} + x_{il}) \sum_i x_{ij}./.N_{jl}.$

j — eine Probe, l — zweite Probe, x_i — Individuenzahl der i-ter Art in der Probe j oder l.

Dieses Klassifikationskriterium ist von der Probengrösse (von der Zahl der festgestellten Individuen) unabhängig. Unsere Proben wurden sowohl von dem qualitativen Standpunkt (es wird nur die Präsenz oder Absenz einzelnen Arten gewertet - - 1 oder 0), als auch von dem quantitativen Standpunkt (bei jeder Art wird die Individuenzahl gewertet) klassifiziert. Die qualitative Klassifizierung (Φ^2 1,0) ist eine Äusserung der faunistischen Verwandschaft der Proben, die quantitative Klassifizierung (Φ^2 quant.) ist wieder eine Äusserung der coenotischen Verhältnisse zwischen den einzelnen Proben. Die Werte des Abstandskoeffizienten liegen zwischen 0 und 1.

3.2.9. Korrelationskoeffizient als Mass der Ähnlichkeit der Apterygotengemeinschaften

Für die Klassifikation der Proben mittels Korrelationskoeffizienten wurde Programm P1M (Brown 1977) verwendet. Die Methode ist kompliziert und es ist hier nicht möglich einzelne Schritte näher erklären. Eine grössere Ähnlichkeit haben immer Proben mit ähnlicher Vertretung der dominanten Arten. Gegen die seltenen Arten ist diese Methode wenig empfindlich. Von dem ökologischen Standpunkt ist der Korrelationskoeffizient die erfasste Charakteristik, denn sie vereinigt immer die Gemeinschaften mit ähnlich vertretenen Dominanten und deshalb auch mit ähnlicher Funktion.

3.2.10. Clusterbildung der Merkmale

Die Methode der Clusterbildung der Merkmalen (Cluster Analysis of Characters) wurde zur Feststellung der Bindung zwischen einzelnen Apterygoten-Arten auf den drei untersuchten Wiesen während der ganzen Untersuchungsperiode benutzt. Zum Berechnen wurde wieder das Programm P1M (Korrelationskoeffizienten zwischen einzelnen Merkmalen) benutzt. Die Clusterbildung ist auf Grund der Mittelwerte der Ähnlichkeit zwischen einzelnen Clustern durchgeführt.

4. CHARAKTERISTIK DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES

Die untersuchten Wiesen liegen im Katastralgebiet des Dorfes Lanžhot in S-Mähren. Sie gehöhren zu einem grossen (etwa 300 ha) Wiesenkomplex im Bereich der Überschwemmungen der bisher noch nicht regulierten Flüsse Morava und Dyje (Thaya). Dieses Gebiet gehört zu den nördlichen Ausläufern des Marchfeldes im Westteil der pannonischen Provinz. Es handelt sich um eines der trockensten Gebiet der Tschechoslowakei (550 mm Niederschlagssumme, 9,5 °C Jahresmitteltemperatur). Die jährliche Verteilung der monatlichen Mitteltemperaturen und der Niederschläge sind von dem Klimadiagram (Abb. 1) ablesbar. In Süd-Mähren ist der frühe Frühling,

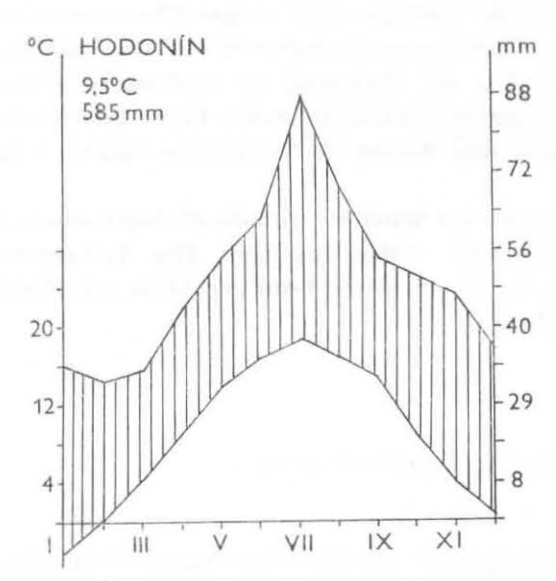


Abb. 1. Klimadiagramm (nach Walter) für das Untersuchungsgebiet.

das rasche Erwärmen des Bodens während der Sommerperiode, ein warmer und trockener Herbst und ein mässiger Winter charakteristisch. Die geringe Niederschlagsmenge im Spätsommer und im Herbst verursacht eine starke Austrocknung des Bodens. Hochproduktive Wiessen sind hier deshalb nur auf Flächen entwickelt,

wo das natürliche Wasserdefizit mindestens zu Anfang der Vegetationsentwicklung durch Überschwemmungen oder durch erhöhten Grundwasserstand ersetzt wird (BALÁTOVÁ-TULÁČKOVÁ 1966). Die untersuchten Wiesen befinden sich in der Höhe 154—156 m ü. M. Die Sumpfwiese mit *Glycerietum maximae* befindet sich in den abflusslosen Mulden und Senken. An erhöhten Rücken, wo sich das Hochwasser nur kurz und selten (etwa 1 mal in 3—4 Jahren) geltend macht, ist die trockenste Wiese mit der Pflanzenassoziation *Serratuleto-Festucetum commutatae* entwickelt (Abb. 2). Zwischen

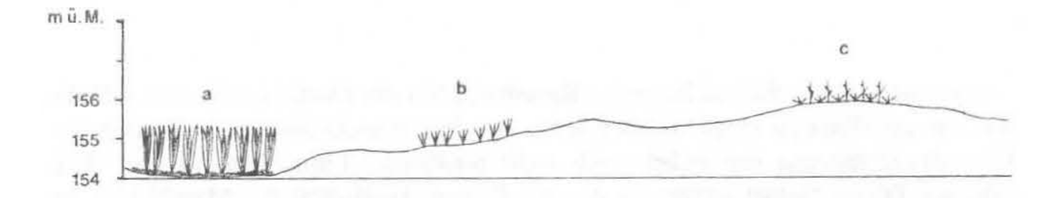


Abb. 2. Schematische Darstellung der untersuchten Wiesen. a — Sumpfwiese mit *Glycerietum maximae*, b — feuchte Wiese mit *Gratiola officinalis-Carex praecox-suzae*, c — trockene Wiese mit *Serratuleto-Festucetum commutatae*.

diesen beiden Wiesen mit den extremsten Lebensbedingungen - nass auf der einen Seite und trocken auf der anderen - sind weitere Pflanzenassoziationen entwickelt, die eine Hydroserie von Wiesengesellschaften bilden. Die Bodenfauna wurde in den beiden extremsten und in der Mittelstufe der Hydroserie auf der feuchten Wiese mit der Pflanzenassoziation *Gratiola officinalis - Carex praecox-suzae,* verfolgt. Im weiteren werden diese drei Wiesen als Sumpfwiese, feuchte Wiese und trockene Wiese bezeichnet.

In den Beschreibungen der Standorte wird die phytocoenologische Charakteristik nach BALÁTOVÁ-TULÁČKOVÁ (1966) angeführt. Das Vorkommen der einzelnen Pflanzen wird nach der kombinierten 6-stufigen Skala von Braun-Blanquet (Artmächtigkeit) angegeben.

4.1. Sumpfwiese mit *Glycerietum maximae*

Die untersuchte Sumpfwiese mit der Pflanzengesellschaft *Glycerietum maximae* Graebner und Hueck 1931 (Taf. 1—2) befindet sich etwa 200 m nördlich von der Strasse Lanžhot-Kúty (Břeclav-Bratislava), etwa 800 m von den letzten Gebäuden in Lanžhot. Diese Pflanzenassoziation befindet sich in den abflusslosen Mulden und Senken an den tiefsten Stellen des Wiesenkomplexes, dort, wo das Überschwemmungswasser am längsten bleibt. Die Überflutungen treten hier regelmässig mindestens einmal im Jahr auf und können bis 3 Monate dauern.

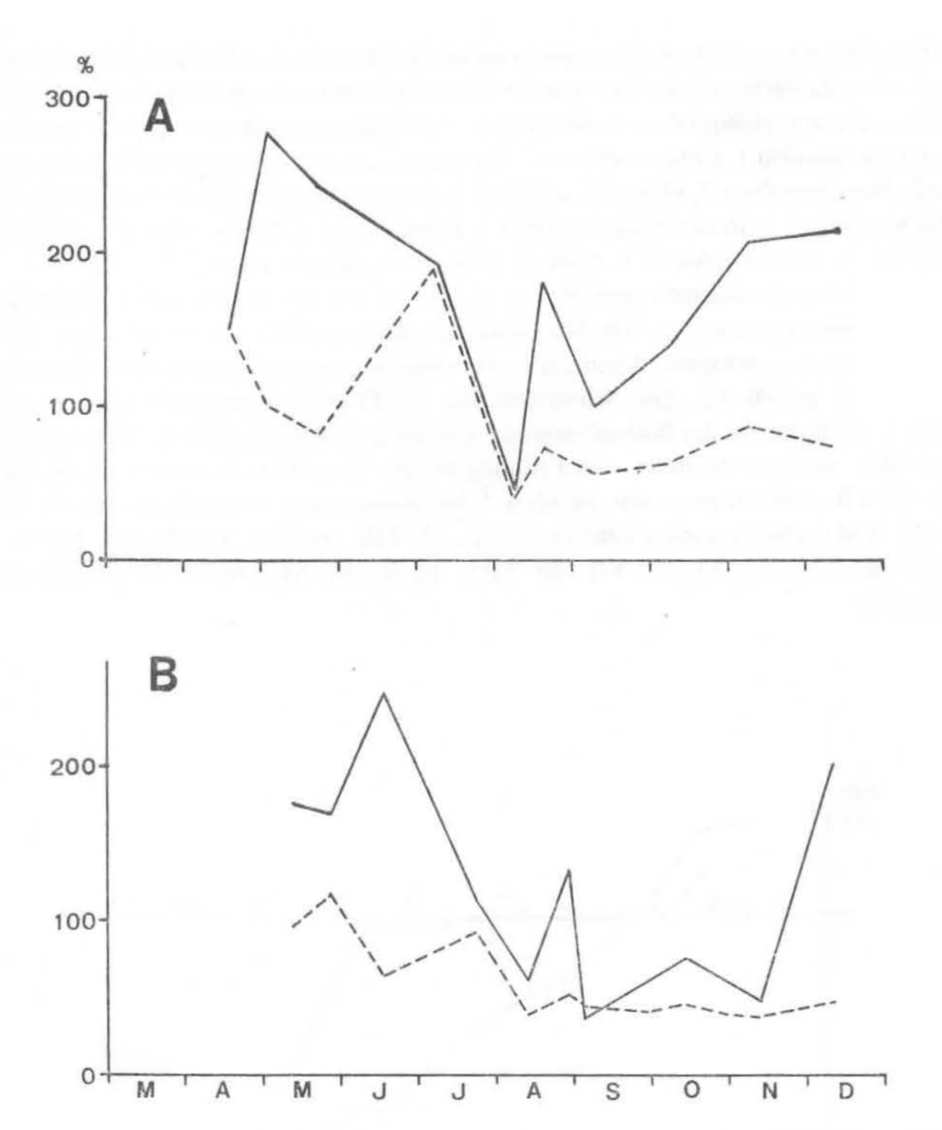


Abb. 4. Dynamik der Bodenfeuchtigkeit auf der Sumpfwiese in den Jahren 1968 (A) und 1969 (B) in den Tiefen 0–5 cm (———) und 5–15 cm (— — —).

4.2. Feuchte Wiese mit *Gratiola officinalis* - *Carex praecox-suzae*

Die untersuchte feuchte Wiese mit der Pflanzenassoziation *Gratiola officinalis-Carex praecox-suzae* Balátová-Tuláčková 1963 befindet sich etwa 300 m nördlich von der Strasse Lanžhot-Kúty (Břeclav-Bratislava), etwa 500 m von den letzten Gebäuden in Lanžhot. Diese Pflanzengesellschaft befindet sich an den Orten die

regelmässig 1—2 mal im Jahre für kurze Zeit (3—14 Tage) überschwemmt sind. Es ist die verbreiteste Pflanzengemeinschaft im untersuchten Wiesenkomplex und sie gehört in den Verband *Cnidion venosi.* Auf der untersuchten Lokalität wurden folgende Pflanzen festgestellt (nach BALÁTOVÁ-TULÁČKOVÁ 1966): *Gratiola officinalis* 4, *Carex praecox eupraecox* var. *suzae* 5, *Cnidium venosum* 2, *Scutellaria hastifolia* 2, *Lythrum virgatum* 1, *Leicoium aestivum* 1, *Inula brittanica* 2, *Allium angulosum* 2, *Juncus atratus* 1, *Rorippa silvestris* 1, *Serratula tinctoria* 5, *Symphytum officinalis* 5, *Ranunculus auricomus* 5, *Sanguisorba officinalis* 4, *Senecio erraticus* ssp. *barbaraeifolius* 5, *Lythrum salicaria* 3, *Filipendula ulmaria* 2, *Myosotis palustris* 1, *Lychnis flos-cuculi* 5, *Deschampsia caespitosa* 2, *Veronica longifolia* 2, *Thalictrum flavum* 1, *Caltha palustris* 4, *Alopecurus pratensis* 5, *Cardamine pratensis* 5, *Ranunculus acer* 5, *Prunella vulgaris* 4, *Poa pratensis-angustifolia* 5, *Plantago lanceolata* 5, *Trifolium repens* 5, *Lathyrus pratensis* 2, *Poa trivialis* 4, *Vicia cracca* 3, *Cerastium caespitosum* 1, *Festuca pratensis* 4, *Taraxacum officinale* 5, *Lysimachia nummularia* 5, *Ranunculus repens* 5, *Rumex crispus* 5, *Potentilla reptans* 4, *Agrotis alba* 2, *Trifolium hybridum* 2, *Leontodon autumnalis* 5, *Carex hirta* 1, *Potentilla anserina* 1, *Agropyrum repens* 2, *Trifolium fragiferum* 1, *Poa palustris* 5, *Carex gracilis* 4, *Carex vulpina* 4, *Eleocharis palustris* 4, *Galium palustre* 4, *Phalaris arundinacea* 4, *Carex disticha* 2, *Lotus corniculatus* ssp. *tenuifolius* 4, *Carex melanostachya* 2, *Mentha arvensis* 4, *Stel-*

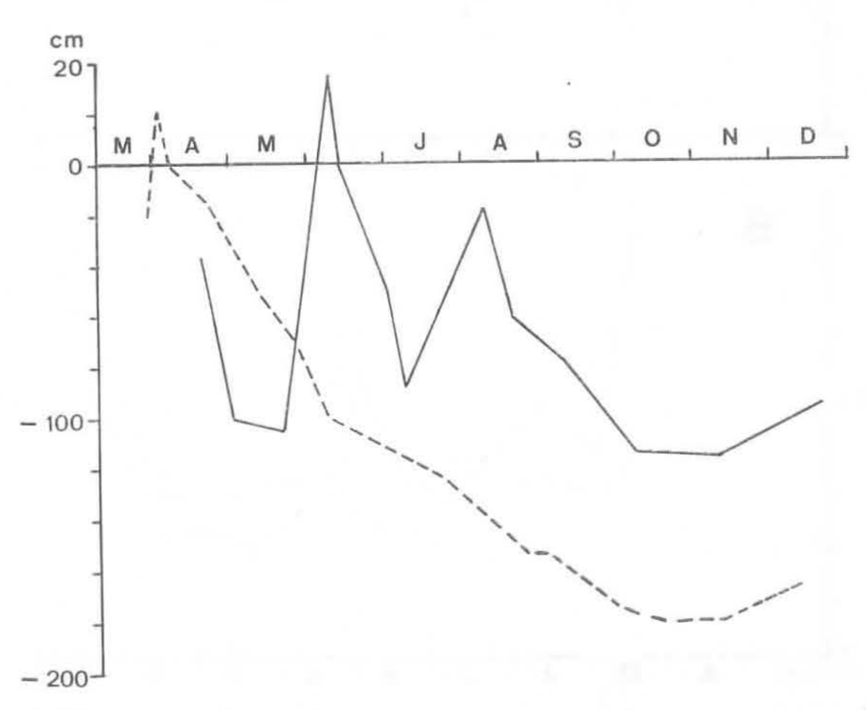


Abb. 5. Schwankungen des Grundwasserspiegels auf der feuchten Wiese in den Jahren 1968 (———) und 1969 (– – –).

laria palustris 2, *Polygonum amphibium* 1, *Ranunculus flammula* 1, *Veronica scutellata* 1, *Glechoma hederacea* 2, *Carex tomentosa* 1.

Für die Pflanzengesellschaft ist die hohe Dominanz von *Alopecurus pratensis*, *Poa palustris* und *Poa pratensis* charakteristisch. Die Dominanzwerte von diesen drei Arten ändern sich jedes Jahr und hängen von den unstabilen Wasserverhältnissen ab. Die Primärproduktion dieser Wiesenassoziation beträgt 2261 g t. G./m^2/Jahr. Der Bodentypus entspricht einem verbraunten Gleyboden mit Mull als Humusform; pH (H_2O) 6,0—6,4. Die Schwankungen des Grundwasserspiegels sind aus Abb. 5 ersichtlich. Die Dynamik der Bodenfeuchtigkeit ist in der Abb. 6 dargestellt. Die feuchte Wiese war 1968 nur einmal im Sommer vom 10. VI. bis 15. VI. überschwemmt, 1969 kam es hier zu einer Überschwemmung im Frühling vom 3. IV. bis 5. IV.

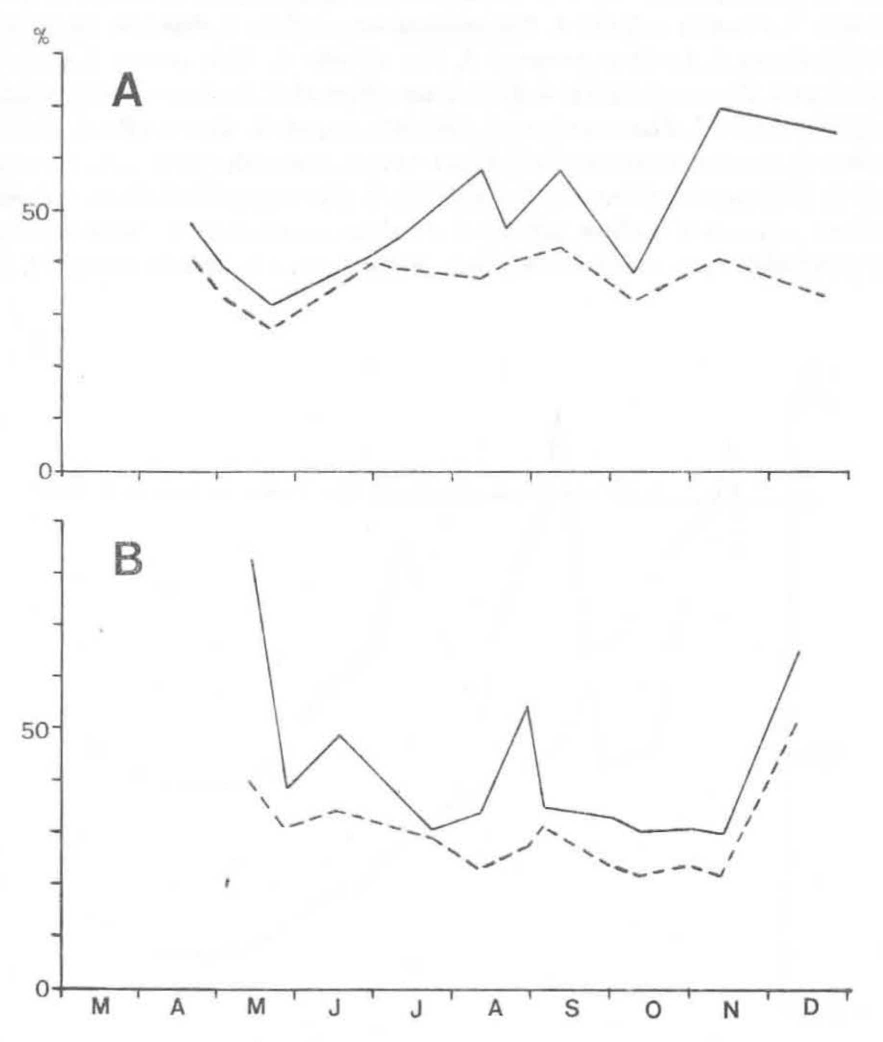


Abb. 6. Dynamik der Bodenfeuchtigkeit auf der feuchten Wiese in den Jahren 1968 (A) und 1969 (B) in den Tiefen 0—5 cm (———) und 5—15 cm (— — —).

Die Bodenproben wurden 1968 am 5. VI., 18. VI., 3. VII., 17. VII., 30. VII. 14. VIII., 12. IX., 25. IX. und am 19. XI., 1969 am 3. IV., 29. IV., 31. V., 29. VI., 27. VII., 30. VIII., 22. X. und am 26. XI. genommen.

4.3. Trockene Wiese mit *Serratuleto-Festucetum commutatae*

Die untersuchte trockene Wiese mit der Pflanzenassoziation *Serratuleto-Festucetum commutatae* Balátová-Tuláčková 1963 befindet sich etwa 2000 m südlich von der Strasse Lanžhot-Kúty (Břeclav-Bratislava), etwa 800 m SO von den Gemüseplantagen im SO-Teil des Dorfes Lanžhot. Diese Pflanzenassoziation befindet sich nur auf den höchsten Orten, die nur ausnahmsweise einmal in 3—4 Jahren für sehr kurze Zeit (1—3 Tage) überschwemmt sind. Diese Pflanzengesellschaft gehört in den Verband *Molinion* und auf der untersuchten Lokalität wurden folgende Pflanzenarten festgestellt (nach Balátová-Tuláčková 1966): *Festuca rubra* ssp. *commutata* 5, *Serratula tinctoria* 5, *Galium boreale* 5, *Silaum silaus* 3, *Colchicum autumnale* 5, *Lychnis flos-cuculi* 5, *Ranunculus auricomus* 5, *Sanguisorba officinalis* 5, *Cirsium canum* 3, *Filipendula ulmaria* 3, *Galium uliginosum* 3, *Deschampsia caespitosa* 3, *Symphytum officinale* 3, *Senecio erraticus* ssp. *barbareifolius* 1, *Veronica longifolia* 1, *Viola pumila* 5, *Cnidium venosum* 1, *Festuca pratensis* 5, *Poa pratensis-angustifolia* 5, *Cerastium caespitosum* 5, *Lathyrus pratensis* 5, *Plantago lanceolata* 5, *Prunella vulgaris* 5, *Ranunculus acer* 5, *Rumex acetosa* 5, *Alopecurus pratensis* 3, *Cardamine pratensis* 3, *Rhinanthus minor* 3, *Vicia cracca* 3, *Centaurea jacea* ssp. *angustifolia* 5, *Chrysantheum leucanthemum* 5, *Daucus carota* 5, *Taraxacum officinale* 5, *Trifolium pratense* 5, *Achillea millefolium* 4, *Campanula patula* 4, *Lotus corniculatus* 4, *Trifolium dubium* 4, *Galium mollugo* 3, *Leontodon hispidus* 3, *Avenastrum pubescens* 1, *Galium verum* 5, *Filipendula vulgaris* 3, *Inula salicina* 3, *Betonica officinalis* 2, *Agrostis alba* 5, *Carex hirta* 5, *Lysimachia nummularia* 5, *Leontodon autumnalis* 3, *Potentilla reptans* 3, *Agropyrum repens* 2, *Lotus corniculatus* ssp. *tenuifolius* 2, *Anthoxanthum odoratum* 5, *Carex pallescens* 5, *Carex tomentosa* 5, *Briza media* 3, *Fragaria vesca* 3, *Luzula campestris* 3, *Pimpinella saxifraga* 3, *Agrostis vulgaris* 2, *Polygala vulgaris* 2, *Carex praecox* ssp. *eupraecox* var. *suzae* 3, *Carex panicea* 3, *Cirsium arvense* 3, *Glechoma hederacea* 3, *Myosotis* sp. 3, *Ornithogalum gussonei* 3, *Ajuga reptans* 2, *Vicia hirsuta* 2, *Viola hirta* 2.

Es handelt sich um einen ertragsarmen Wiesentyp mit der niedrigsten Primärproduktion von den untersuchten Wiesen. Die Primärproduktion beträgt 2239 g t. G./m^2/Jahr (von dieser Menge auffällt 1559 g auf die Wurzelproduktion). Im Untersuchungsgebiet ist dieser Wiesentypus nicht sehr verbreitet. Diese Pflanzengesellschaft ist dagegen entlang des regulierten Teiles der Morava weit verbreitet (bis nach Olomouc) und stellt dort ein Degradationsstadium der ursprünglich hochproduktiven Auewiesen vor.

Der Bodentypus entspricht dem braunen Auboden (braune Vega). Der Humushorizont (Mull) ist sandig und durchlässig; pH (H_2O) 6,1—6,5. Die Schwankungen des Grundwasserspiegels sind aus Abb. 7 ersichtlich. Das Grundwasser kommt nur

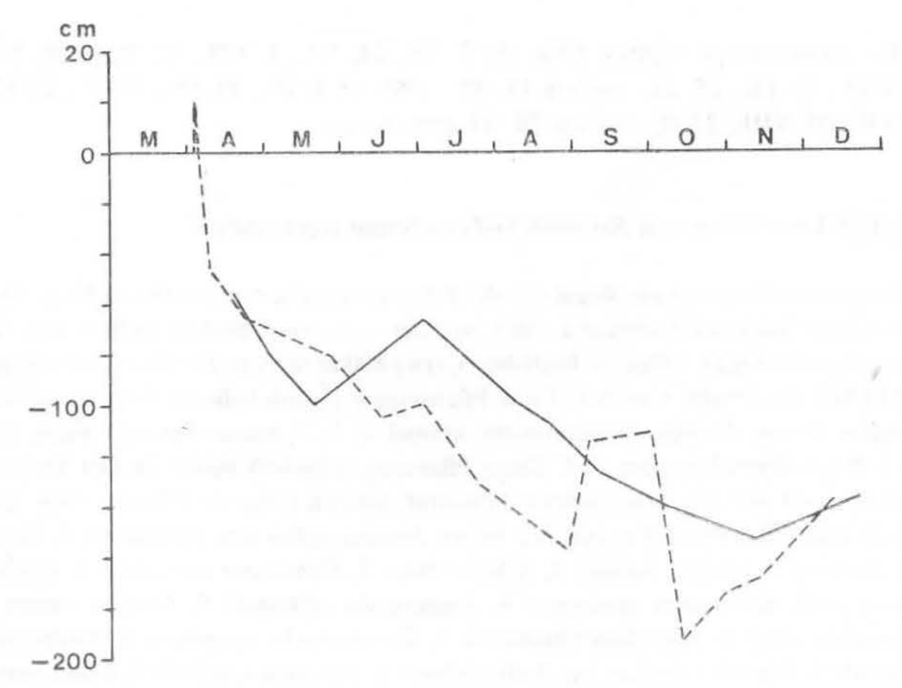


Abb. 7. Schwankungen des Grundwasserspiegels auf der trockenen Wiese in den Jahren 1968 (———) und 1969 (– – –).

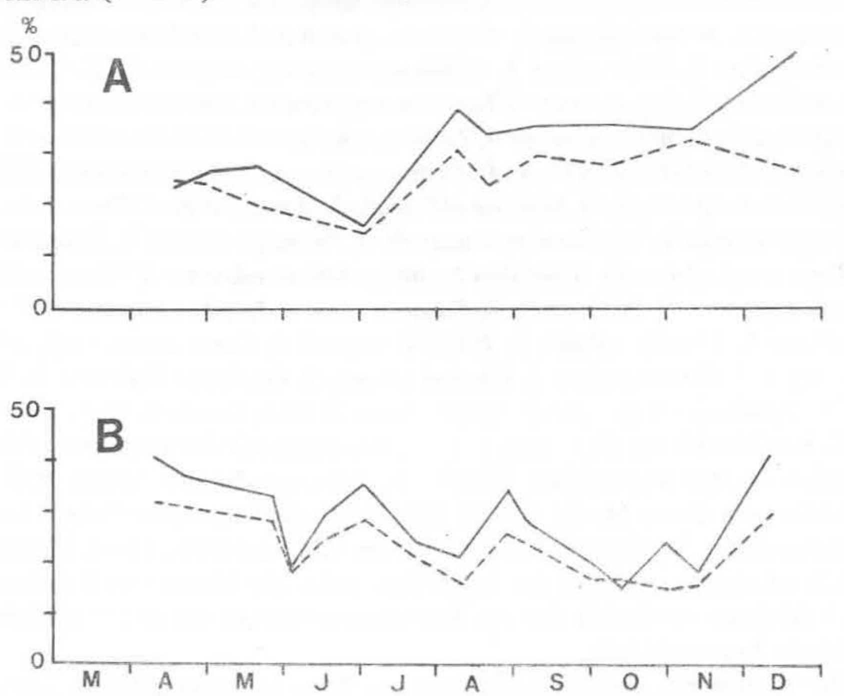


Abb. 8. Dynamik der Bodenfeuchtigkeit auf der trockenen Wiese in den Jahren 1968 (A) und 1969 (B) in den Tiefen 0–5 cm (———) und 5–15 cm (– – –).

im Frühling am Anfange der Vegetationsperiode in die Nähe der Bodenoberfläche, im Sommer trocknet der Boden sehr oft aus. Die Bodenfeuchtigkeit ist in der Abb. 8 dargestellt. Die trockene Wiese war während der Untersuchung nur einen Nachmitag am 3. IV. 1969 überschwemmt.

Die Bodenproben wurden 1968 am 5. VI., 18. VI., 3. VII., 17. VII., 30. VII., 14. VIII., 12. IX., 25. IX. und am 19. XI., 1969 am 3. IV., 29. IV., 31. V., 29. VI., 27. VII., 30. VIII., 22. X., 26. XI. und am 15. I. 1970 genommen.

5. SYNÖKOLOGISCHE ANALYSE UND POPULATIONSDYNAMIK DER UNTERSUCHTEN BODENFAUNA

5.1. Einzelne Gruppen der untersuchten Bodenfauna

5.1.1. Sumpfwiese mit *Glycerietum maximae*

5.1.1.1. Bodenmakrofauna

Im Boden der Sumpfwiese erreichten Larven von Diptera und Coleoptera die höchsten Abundanzwerte (Tab. 1). Diese zwei Insektengruppen dominierten hier in der Makrofauna.

Diptera

Die Larven von Diptera sind die häufigste festgestellte Gruppe der Bodenmakrofauna im *Glycerietum maximae*. Der Abundanzverlauf während der zwei Untersuchungsjahre ist durch die Überschwemmungen deutlich beeinflusst (Abb. 9). Die Sommerüberschwemmung (1968) erniedrigt die Dipterenabundanz nicht, sie wird nach der Überschwemmung sogar etwas erhöht. Die Imagines, die nach der Überschwemmung ausschlüpfen, begründen eine neue Generation, die sich in optimalen Feuchtigkeits- und Temperaturbedingungen entwickeln kann. Das Abundanzmaximum der Dipterenlarven wird im September erreicht - 19 100 Ex./m². Die Frühlingsüberschwemmung (1969) beeinflusst die Populationsentwicklung besonders im Mai und Juni günstig. Die Abundanz erreicht dann 18 300 Ex./m² (Abb. 9). Ende Juni kommt es zu einer plötzlichen Erniederung der Abundanzwerte (1400 Larven und 900 Imagines auf m²). Diese Reduktion wurde durch die Beendung des Entwicklungszyklus und Ausschlüpfen der Imagines von den meisten Dipterenarten verursacht. Es wird dann wieder eine neue Generation angelegt, die aber nicht mehr so hohe Abundanzwerte erreicht wie im Jahr 1968. Das wird durch die niedrige Bodenfeuchtigkeit verursacht (Abb. 4).

Von den einzelnen Familien der Diptera erreichen hier die Vertreter der Familien Ceratopogonidae, Chironomidae und Psychodidae die höchste Abundanzwerte (Tab. 1). Der Abundanzverlauf der gesamten Diptera hängt besonders von den Abundanzwerten der Familie Ceratopogonidae ab. Die Vertreter dieser Familie haben in der Sumpfwiese nur im Sommer nach der Frühlingsüberschwemmung ungünstige Lebensbedingungen (zu trockenen Boden). Die höchste Besiedlungsdichte erreichen sie hier im September nach der Sommerüberschwemmung (10 200 Ex./m²) (Abb. 10, Tab. 1). Nach der Frühlingsüberschwemmung erreichen Ceratopogonidae die höchsten Abundanzwerte Ende Juni (6400 Ex./m²). Im Herbst und im Winter ist ihre Abundanz sehr niedrig.

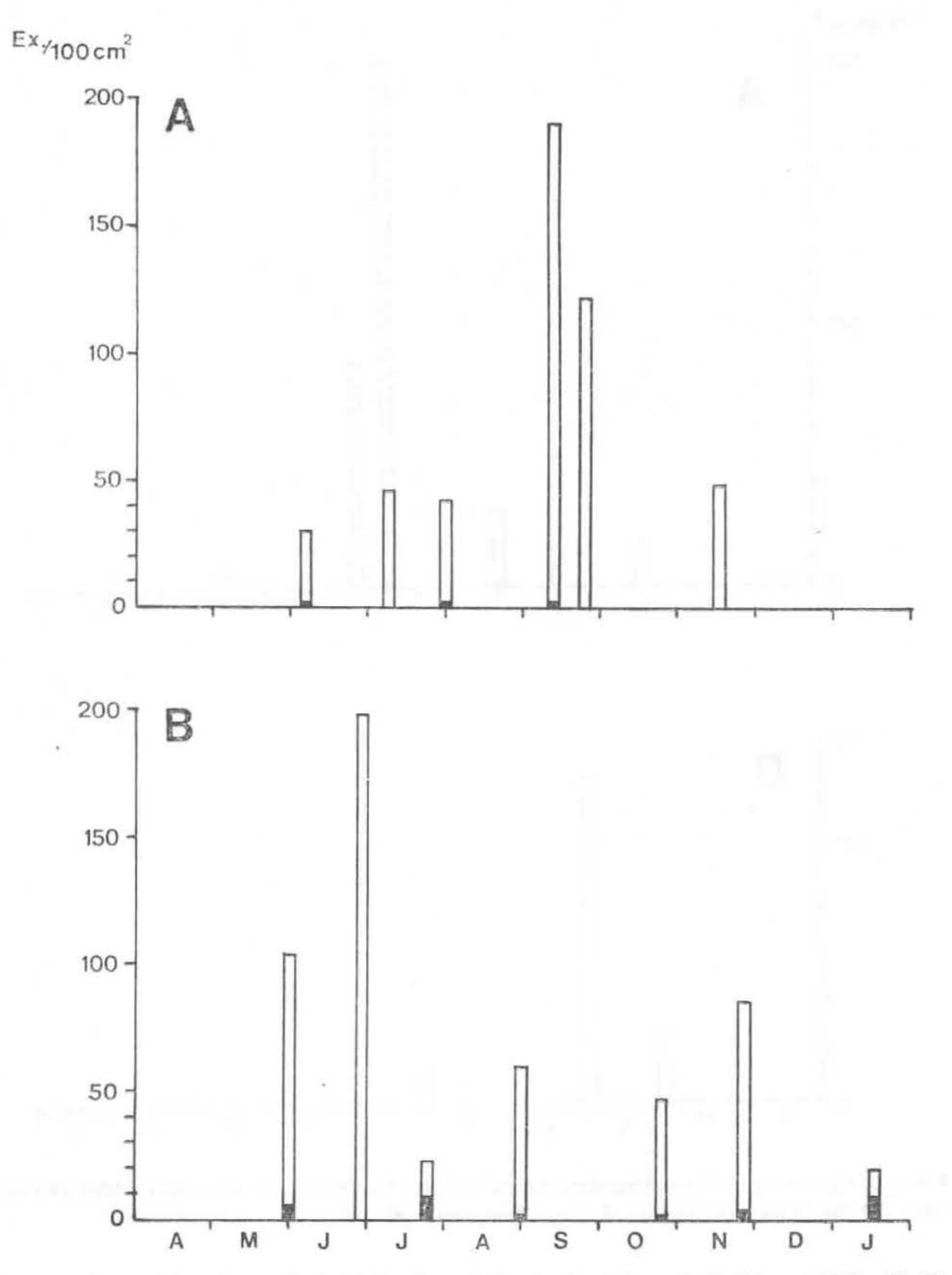
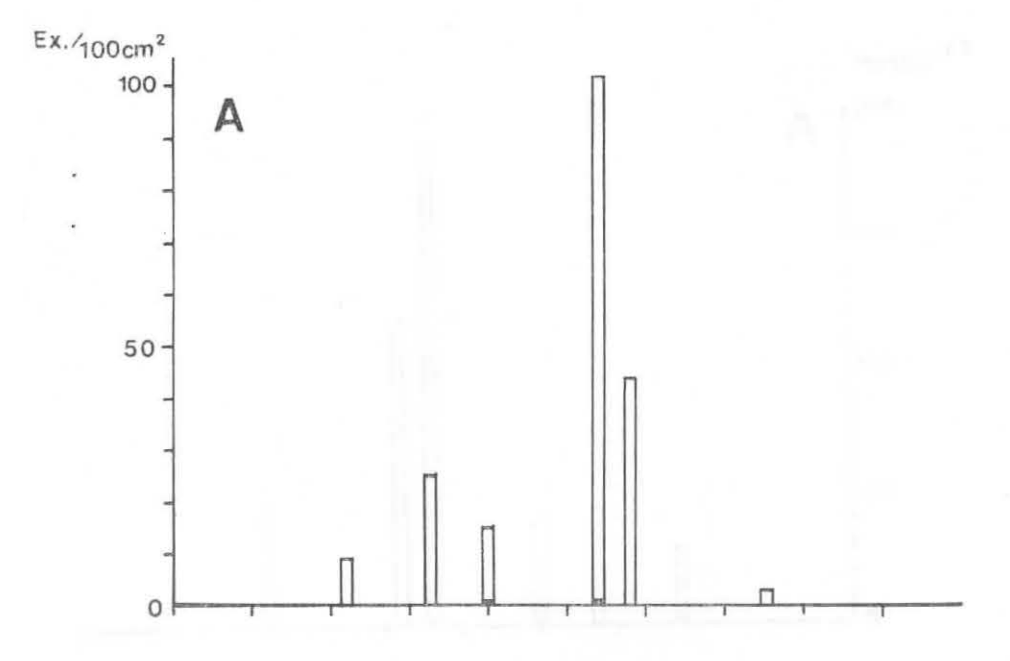


Abb. 9. Diptera-Abundanzverlauf auf der Sumpfwiese in den Jahren 1968 (A) und 1969—70 (B). Schwarzer Teil der Säulen - Imagines, weiss-Larven.



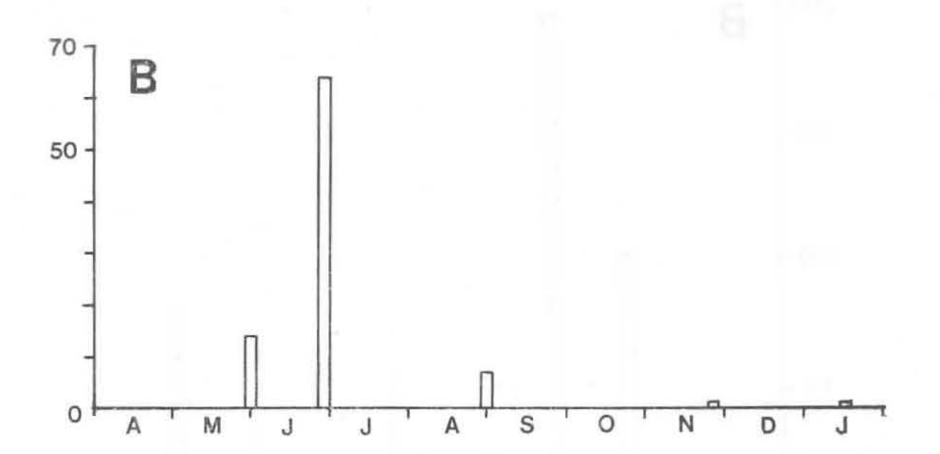


Abb. 10. Ceratopogonidae - Abundanzverlauf auf der Sumpfwiese in den Jahren 1968 (A) und 1969–70 (B). Schwarzer Teil der Säulen - Imagines, weiss - Larven.

Tabelle 1. Sumpfwiese - in einzelnen Probenentnahmen festgestellte Abundanzwerte (Ex./100 cm²) der Makrofauna-Gruppen

Tiergruppe	1968						1969						1970	Summe	⌀ A/m²	D
Datum der Probenentnahme	5. 6.	17. 7.	30. 7.	12. 9.	25. 9.	19. 11.	31.5.	29. 6.	27. 7.	30. 8.	22. 10.	26. 11.	15. 1.			
Diptera insgesamt	30	55	42	191	121	48	104	183	23	60	47	86	20	1 010	7 769	68,2
Lycoridae	1i	—	1i	16j	4j	9j	—	—	7i	—	—	41	10j	52	400	3,5
Chironomidae	1i	13j	2j	18j	39j	16j	44j	75j	7j	31j	3j	6j	2j	257	1,977	17,3
Ceratopogonidae	9j	25j	1i 14j	1i 101j	44j	3j	14j	64j	—	7j	—	1j	1j	285	2 192	19,2
Psychodidae	9j	4j	5j	2i 40j	29j	10j	3i 9j	6j	1i 3j	10j	9j	—	1j	141	1 085	9,5
Tipulidae	—	—	—	—	—	2j	—	8j	—	—	—	—	—	10	77	0,7
Scatopsidae	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	36j	—	36	277	2,4
sonstige **Diptera**	1i 9j	11j	19j	13j	5j	8j	31j 3p	30j	1i 4j	2j 10j	1i 34j	39j	6j	227	1 746	15,3
Coleoptera insgesamt	81	45	24	30	35	18	8	30	59	37	31	30	31	459	3 531	31,0
Dryops rudolfi	6i 10j	3j	1j	1i 18j	1i 32j	13j	4j	6i 21j	5i 46j	31j	6i 15j	18j	1i 16j	254	1 954	17,1
Carabidae	1i	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1i	—	2	15	0,1
Staphylinidae	5i	5i	3i	—	1i	5i	1i	—	3i	2j	1i 8i	7i	10i	51	392	3,4
sonstige **Coleoptera**	1i 58j	37j	1i 19j	11j	1j	—	3j	2i 1j	5j	3j	2i	2i 2j	4i	152	1 169	10,3
Hymenoptera	2	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	2	—	5	38	0,3
Arachnida	—	—	—	1	—	—	1	—	1	3	—	1	—	7	53	0,5
Makrofauna insgesamt	113	100	66	222	156	66	114	213	83	100	78	119	51	1 481	11 392	100,0

j — Larven, i — **Imagines**, p — Puppen

Einen ähnlichen Abundanzverlauf hat hier auch die Familie Chironomidae, die auf der Sumpfwiese mit rein terrestrischen Larven (Smithia-Typus), so wie mit rein aquatischen Formen vertreten ist. Das Jahr mit der Sommerüberschwemmung (1968) ist für die Entwicklung der Chironomidae nicht so geeignet wie das Jahr mit der Überschwemmung im Frühling (Abb. 11). Nach der Sommerüberschwem-

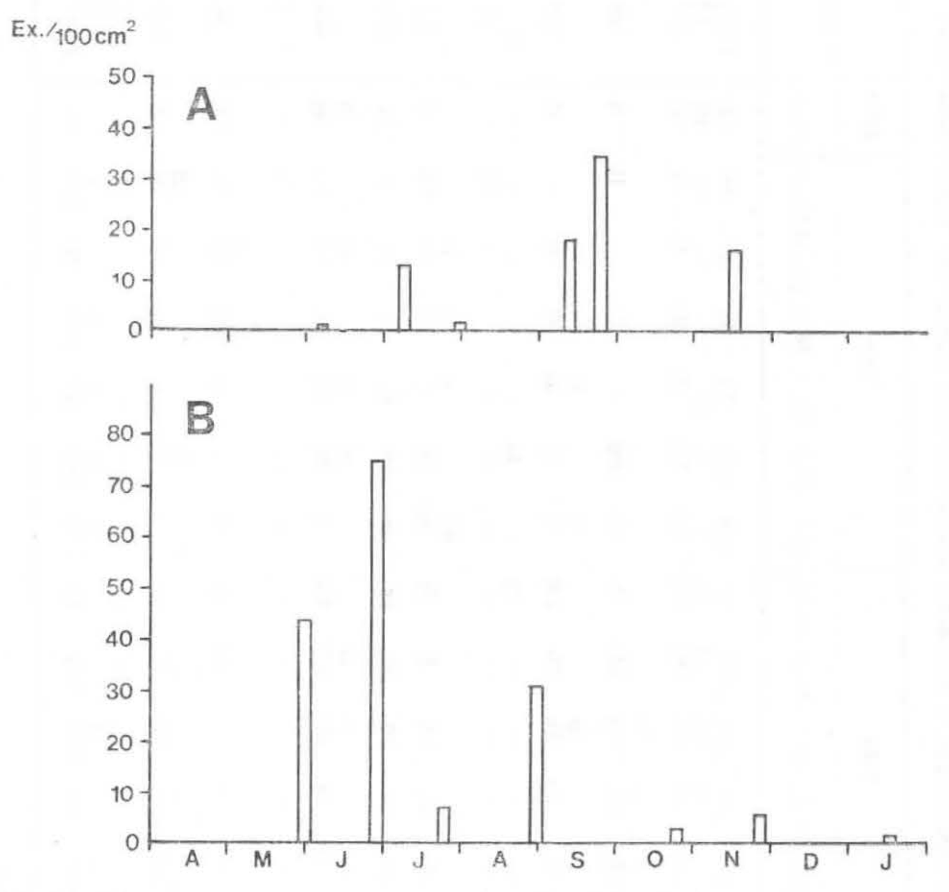


Abb. 11. Chironomidae - Abundanzverlauf auf der Sumpfwiese in den Jahren 1968 (A) und 1969–70 (B).

mung kulminiert die Abundanzkurve im September (3900 Ex./m²), nach der Frühlingsüberschwemmung wird die höchste Abundanz schon Ende Juni erreicht (7500 Ex./m²). In den Herbst- und Wintermonaten ist die Abundanz der Chironomidae sehr niedrig, besonders im Jahr nach der Frühlingsüberschwemmung (200 bis 600 Ex./m²).

Die Dipterenfamilie Psychodidae, die die dritt höchste Dominanz erreicht, ist dagegen in diesem Ökosystem mit verhältnismässig niedrigeren Abundanzwerten vertreten (Abb. 12, Tab. 1). Nur nach der Sommerüberschwemmung entwickelt

sich die Abundanz dieser Familie günstiger. Im September 1968 erreichte die Abundanz 4200 Ex./m². Während des Jahres mit der Frühlingsüberschwemmung schwankten die Abundanzwerte von 0 bis 1200 Ex./m².

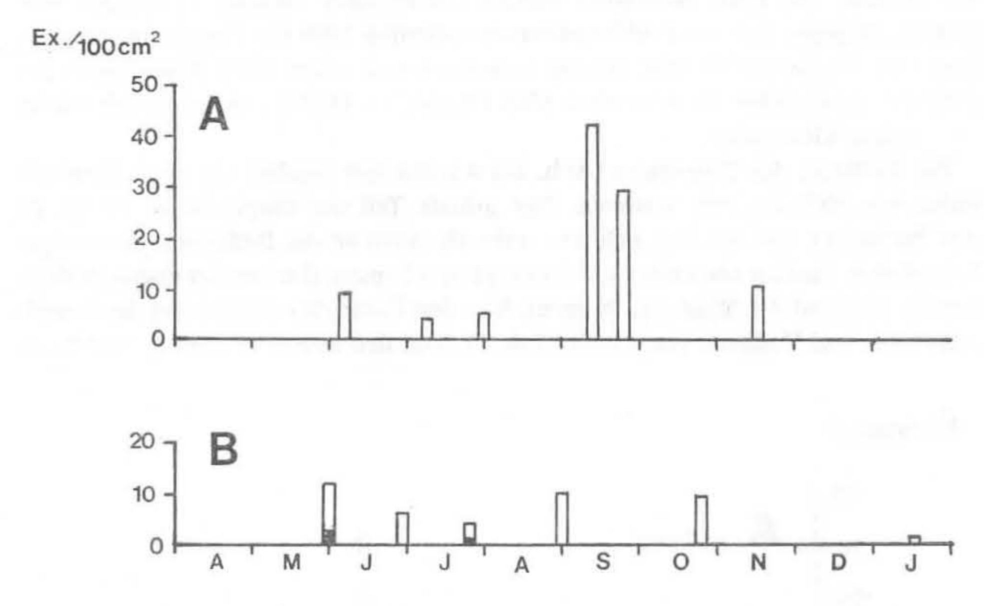


Abb. 12. Psychodidae - Abundanzverlauf auf der Sumpfwiese in den Jahren 1968 (A) und 1969 bis 70 (B). Schwarzer Teil der Säulen - Imagines, weiss - Larven.

Von anderen Dipteren wurden auf der Sumpfwiese Vertreter der Familien Lycoridae, Chloropidae, Tipulidae, Scatopsidae, Scyomyzidae und einigen näher nicht bestimmten Familien der Cyclorhapha und Orthorhapha festgestellt. Die Larven und Imagines dieser Gruppen waren mit niedrigen Abundanzen vertreten oder konnten in grösserer Zahl nur zu wenigen Zeitpunkten festgestellt werden (z. B. Scatopsidae, Lycoridae) (Tab. 1).

Coleoptera

In beiden Jahren, unabhängig von den Überschwemmungen, erreichen die Coleoptera etwa die gleichen Abundanzwerte (Tab. 1). Nach der Sommerüberschwemmung wird aber die Abundanz erniedrigt, nach der Frühlingsüberschwemmung wird sie dagegen plötzlich erhöht. In den beiden ökologisch unterschiedlichen Jahren sind aber verschiedene Komponente an der Gesamtabundanz der Coleoptera beteiligt. Im Jahre 1968 waren in den Bodenproben vor und nach der Überschwemmung besonders Hydrophilidae (Larven von *Limnebius* sp. und *Cercyon littoralis* Gryll.) und teilweise auch Larven aus anderen Familien vertreten. Im Jahre 1969 war der Abundanzverlauf der Coleoptera von der Abundanz von *Dryops rudolfi* Rusek, 1973 abhängig. Diese Art aus der Familie Dryopidae erreicht hier eine Abundanz bis

8700 Ex./m². Die Abundanzdynamik ist bei *Dryops rudolfi* deutlich durch die Überschwemmungen beeinflusst (Abb. 13). Nach der Sommerüberschwemmung 1968 wurde die Abundanz erniedrigt; ein Maximum (3300 Ex./m²) wurde erst im September erreicht, und Ende November wurden Larven einer weiteren Generation festgestellt. Dagegen hat die Frühlingsüberschwemmung 1969 die Populationsentwicklung von *Dryops rudolfi* sehr günstig beeinflusst und schon einen Monat nach der Überflutung erreichte die Abundanz 8700 Ex./m². Im Herbst entwickelt sich wieder eine weitere Generation.

Die Vollkerfe der Coleoptera (Abb. 14) wurden hier regelmässig durch Staphylinidae (bis 1000 Ex./m²) vertreten. Der grösste Teil der Staphylinidae gehört zu den Predatoren und beteiligt sich sehr wahrscheinlich an der Reduktion der weniger beweglichen Stadien von anderen Coleoptera und Diptera (Larven der ersten Stadien, Larven während der Häutung, Puppen). Von den Carabiden wurden auf der Sumpfwiese nur zwei Vollkerfe festgestellt (Tab. 1). Von den anderen Familien wurden in

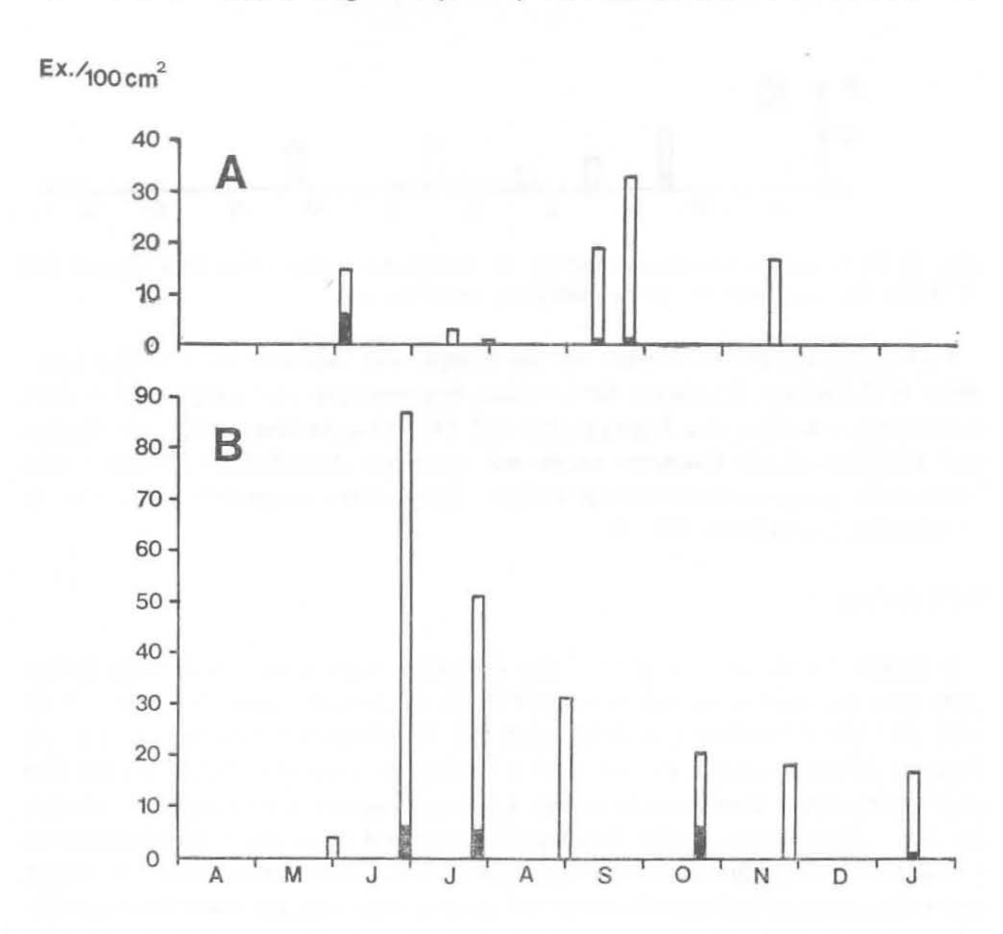


Abb. 13. *Dryops rudolfi* - Abundanzverlauf auf der Sumpfwiese in den Jahren 1968 (A) und 1969—70 (B). Schwarzer Teil der Säulen - Imagines, weiss - Larven.

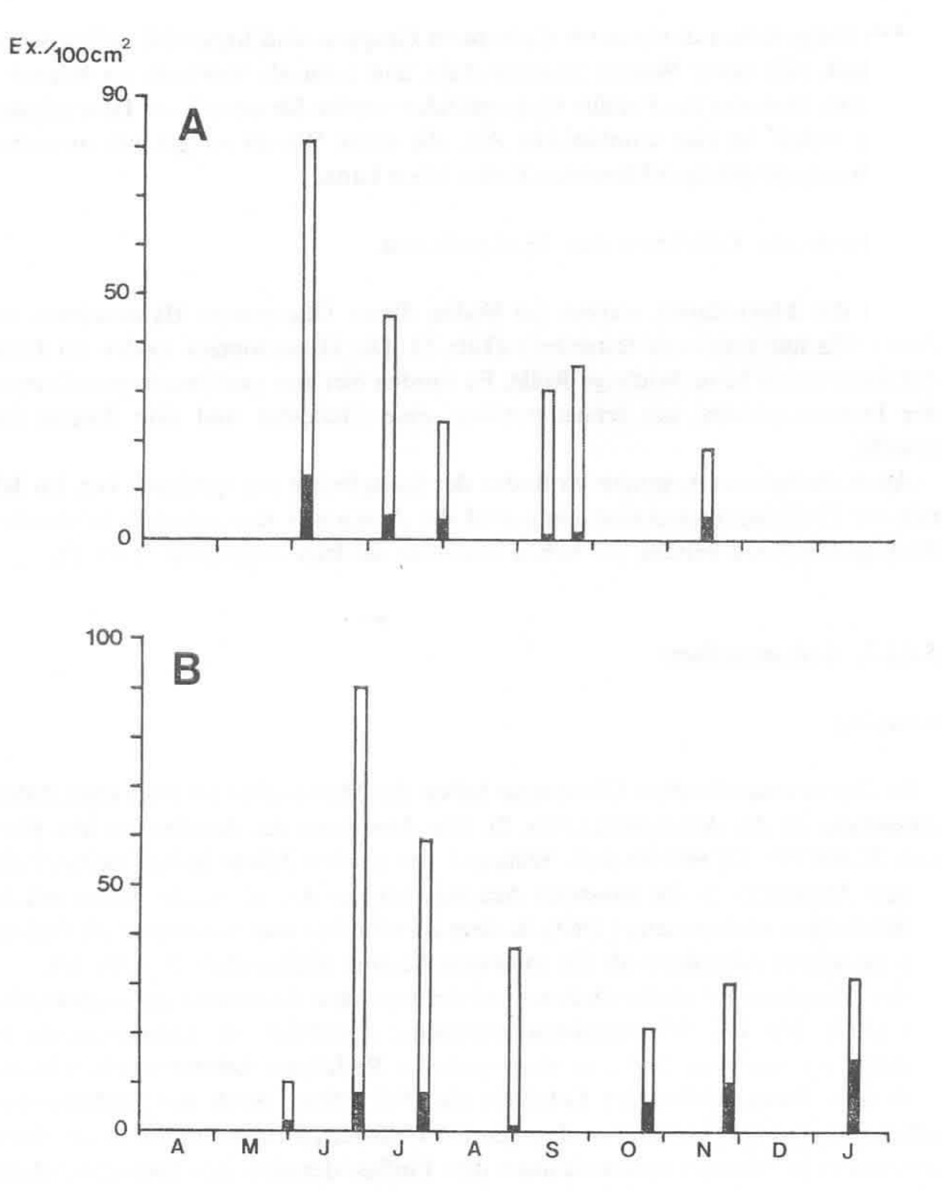


Abb. 14. Coleoptera - Abundanzverlauf auf der Sumpfwiese in den Jahren 1968 (A) und 1969 bis 70 (B). Schwarzer Teil der Säulen - Imagines, weiss - Larven.

den Bodenproben vereinzelt die Vollkerfe von Curculionidae (3 Ex.) und Ptiliidae (1 Ex.) festgestellt. Auch der im Larvenstadium häufige *Dryops rudolfi* kommt hier als Vollkerf in bedeutend niedrigerer Abundanz vor (durchschnittlich 500 Ex./m^2) (Abb. 13). Das wird einerseits durch die Mortalität der Larven und Puppen, besonders aber auch durch die Migration der Vollkerfe in die benachbarten Wiesen beeinflusst.

Alle festgestellten dominanten Coleoptera-Gruppen sind hygrophil und haben die Fähigkeit, sich unter Wasser zu entwickeln und auch als Vollkerfe im Wasser zu leben. Die Vertreter der Familie Hydrophilidae werden für aquatische Tiere gehalten, *Dryops rudolfi* ist eine amphibische Art, die unter Wasser so gut wie ausserhalb des Wassers im genügend feuchten Boden leben kann.

Verbleibende Gruppen der Makrofauna

Von der Makrofauna wurden im Boden dieses Ökosystems Hymenoptera und Arachnida nur vereinzelt festgestellt (Tab. 1). Die Hymenoptera spielen im Boden der Sumpfwiese keine Wichtige Rolle. Es wurden hier nur zwei brachyptereVertreter der Proctotrupoidea, ein Ichneumonidae, eine Chalcidae und eine Ameise festgestellt.

Auch die Spinnen kommen im Boden der Sumpfwiese nur vereinzelt vor. Im Jahr mit der Frühlingsüberschwemmung sind die Arachnida regelmässiger in einzelnen Probenaufnahmen verteilt, sie haben aber eine niedrige Abundanz (Tab. 1).

5.1.1.2. Bodenmesofauna

Acarina

In diesem amphibischen Ökosystem haben die Milben eine bis etwa 6mal höhere Abundanz als die Apterygota (Tab. 2). Die Abundanz der Acarina erreicht Werte von 31 400 bis 136 900 Ex./m². Während des ganzen Jahres haben Oribatei eine höhere Abundanz als die sonstigen Acarina, mit der Ausnahme des Jahres mit der Frühlingsüberschwemmung (1969), in dem im Oktober und November die Oribatei eine niedrigere Abundanz als die sonstigen Acarina hatten (Tab. 2, Abb. 15).

Der Abundanzverlauf der Oribatei und der sonstigen Acarina ist ganz unterschiedlich (Abb. 15). Die Sommerüberschwemmung erniedrigt die Abundanzwerte bei Oribatei nur um etwa 20 %, zu einer weiteren Reduktion kommt es einen Monat nach dem Trockenfallen der Lokalität (30. VII. 1968). Nach der Frühlingsüberschwemmung (1969) kommt es dagegen bei Oribatei zu einer Erhöhung der Abundanzwerte; im Sommer sinken sie unter dem Einfluss der niedrigen Bodenfeuchtigkeit auf 35 900 Ex./m², im Herbst steigen sie wieder etwas höher.

Bei den sonstigen Acarina ist der negative Einfluss der Sommerüberschwemmung viel deutlicher als bei den Oribatei. Die Abundanz sinkt von 18 100 Ez./m² auf 4100 Ex./m², was eine 77 %ige Reduktion darstellt. Während des Sommers und Anfang des Herbstes wird die Abundanz nur sehr langsam erhöht. Den Einfluss der Frühlingsüberschwemmung auf die Bodenmesofauna können wir nicht auswerten, denn die Sumpfwiese war schon am 3. IV. 1969 (erster Besuch des Untersuchungsgebietes 1969) überschwemmt. Während des Sommers nach der Frühlingsüberschwemmung waren hier die sonstigen Acarina in niedriger Abundanz (7200 bis

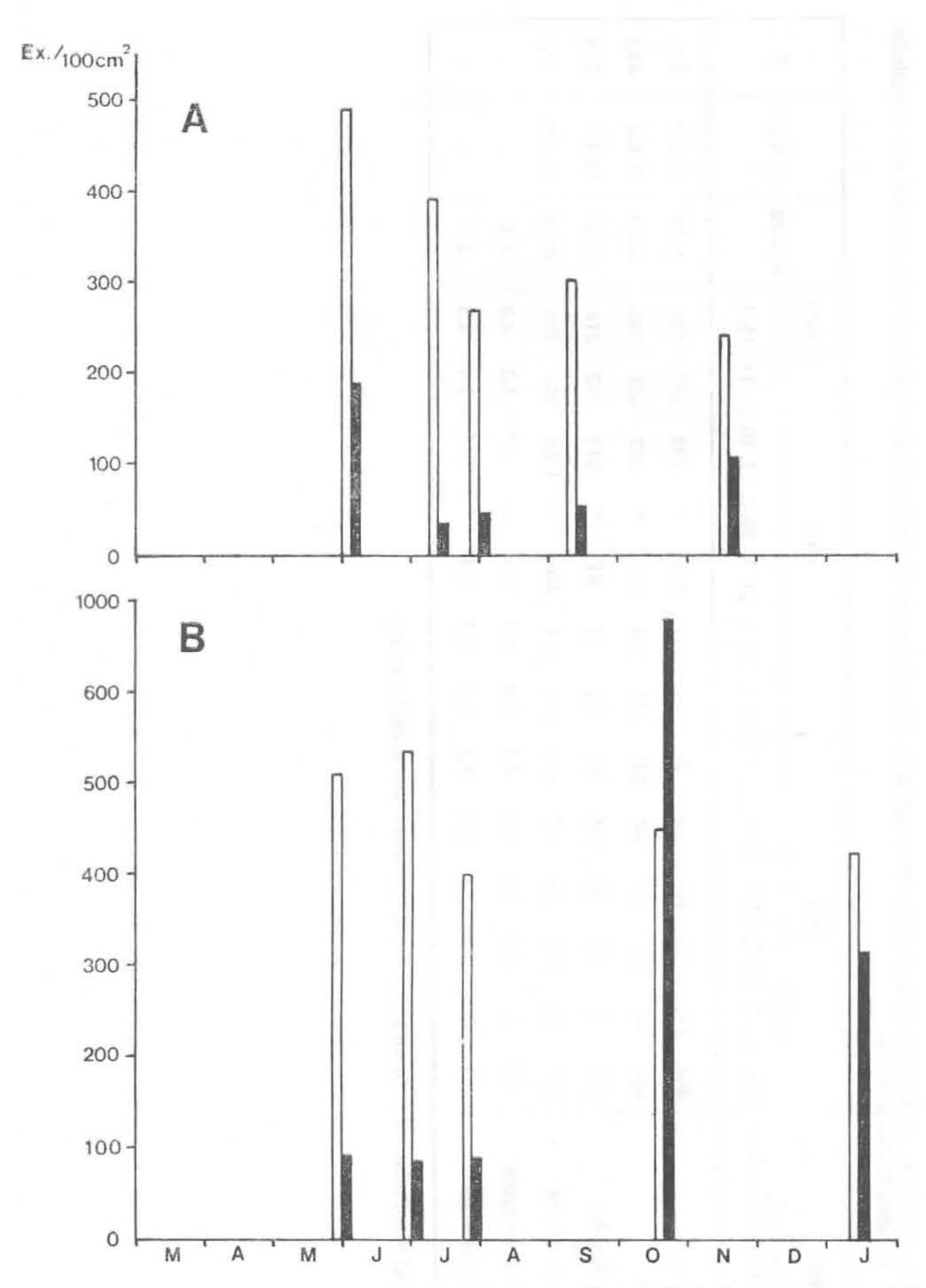


Abb. 15. Oribatei (weise Säulen) und sonstige Acarina (schwarze Säulen) - Abundanzverlauf auf der Sumpfwiese in den Jahren 1968 (A) und 1969–70 (B).

Tabelle 2. Sumpfwiese - in einzelnen Probenentnahmen festgestellte Abundanzwerte (Ex./100 cm²) der Apterygota und Acarina und Verhältnisse zwischen beiden Gruppen

Tiergruppe / Datum d. Probenentnahme	1968						1969						1970	Summe	⌀ A/m²	D
	5. 6.	17. 7.	30. 7.	12. 9.	25. 9.	19. 11.	31. 5.	29. 6.	27. 7.	30. 8.	22. 10.	26. 11.	15. 1.			
Apterygota	464	171	50	164	108	79	147	117	151	*	293	182	183	2 109	17 575	22,9
Oribatei	486	391	271	304	397	243	255	509	359	*	452	431	424	4 522	37 683	49,2
Sonstige Acarina	181	41	43	55	145	107	92	72	81	*	917	512	314	2 560	21 333	27,9
Acarina insgesamt	667	432	314	359	542	350	347	581	440	—	1369	943	738	7 082	59 016	77,1
Acarina: Apterygota	1,4	2,5	6,3	2,2	5,0	4,4	2,4	5,0	2,9	—	4,7	5,2	4,0	3,4	—	—
Oribatei : Apterygota	1,1	2,3	5,4	1,9	3,7	3,1	1,7	4,4	2,4	—	1,5	2,4	2,3	2,1	—	—

* ausgetrocknete Probe — die Tieren konnten nicht bestimmt und gezählt werden.

8100 Ex./m²), im Herbst stieg die Abundanz enorm auf 91 700 Ex./m² und im Winter sank sie wieder auf 31 400 Ex./m² (Tab. 2).

Apterygota

Die Apterygota sind in diesem Ökosystem durch verhältnissmässig niedrige Individuenzahl vertreten. Von den Apterygoten wurden hier nur die Collembola festgestellt (mit der Ausnahme eines einzigen Exemplares der Protura). Die Abundanz der Collembola erreicht hier 5000 bis 29 300 Ex./m² (Tab. 2, Abb. 16). Die Sommer-

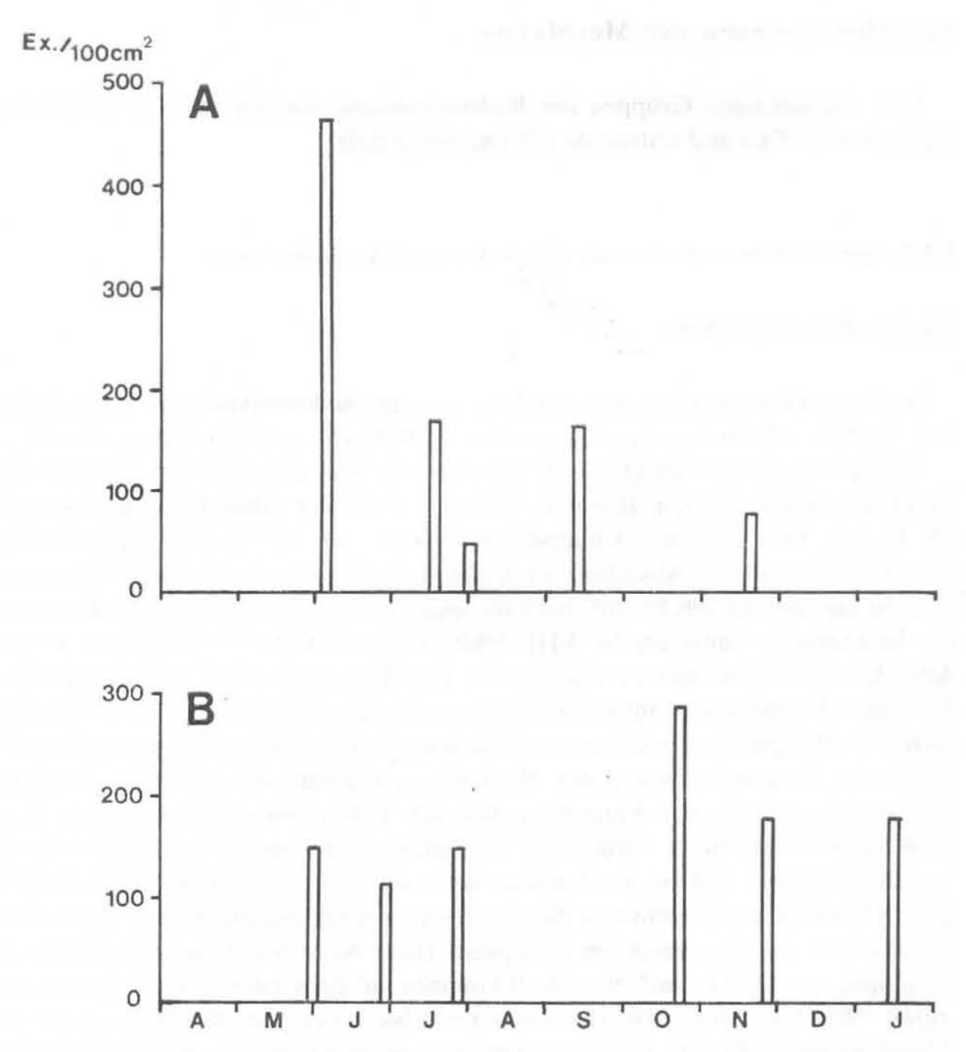


Abb. 16. Collembola - Abundanzverlauf auf der Sumpfwiese in den Jahren 1968 (A) und 1969 bis 70 (B).

überschwemmung reduziert die Collembolen-Abundanz um 63 %; zu einer weiteren Reduktion kommt es noch 14 Tage später (am 30. VII. 1968), so dass die Gesamtreduktion dann 89 % beträgt. Während des Sommers steigt die Collembolen-Abundanz auf 16 400 Ex./m^2. Im Jahre mit der Frühlingsüberschwemmung steigt die Abundanz während des Sommers und Herbst langsam zu dem Maximalwert im Oktober (29 300 Ex./m^2) und dann sinkt sie wieder auf 18 200 Ex./m^2, welcher Wert auch im Winter 1970 festgestellt wurde (18 300 Ex./m^2). In beiden Untersuchungsjahren haben die Apterygota in diesem Ökosystem niedrigere Abundanz als die Oribatei, sie haben aber eine höhere Abundanz als die sonstigen Acarina mit der Ausnahme der Herbst- und Wintermonate (Tab. 2).

Sonstige Gruppen der Mesofauna

Von den sonstigen Gruppen der Bodenmesofauna wurden auf der Sumpfwiese Psocoptera (3 Ex.) und Ostracoda (15 Ex.) festgestellt.

5.1.2. Feuchte Wiese mit *Gratiola officinalis - Carex praecox-suzae*

5.1.2.1. Bodenmakrofauna

In diesem Ökosystem erreicht die Abundanz der Bodenmakrofauna durchschnittlich 1884 Ex./m^2 und es dominierten hier Diptera (D = 48 %), Coleoptera (D = = 37 %) und Arachnida (D = 12 %) (Tab. 3). Von den anderen Gruppen der Tracheata leben auf der feuchten Wiese in niedriger Abundanz Hymenoptera (25 Ex./m^2, D = 2 %) und Chilopoda (12 Ex./m^2, D = 1 %). Die Diptera haben auch hier eine höhere Abundanz als Coleoptera. Die durchschnittliche Abundanz erreicht bei Diptera 706 Ex./m^2, bei Coleoptera 544 Ex./m^2. Die höchste Abundanz der Makrofauna wurde am 14. VIII. 1969 festgestellt (2700 Ex./m^2) (Tab. 3). Die Abundanzwerte sind hier zu niedrig, um den Abundanzverlauf und den Einfluss der Überschwemmungen auf die Makrofauna daraus zu beschreiben. Aus dem festgestellten Material lassen sich aber einige interessante Schlussfolgerungen über die qualitative Zusammensetzung der Makrofauna ableiten, die erst beim Vergleich mit der Makrofauna der Sumpfwiese und der Trockenwiese auffallen (siehe Kap. 5.1.4.1.). An dieser Stelle werden nur die Diptera und Coleoptera näher behandelt. Von den Dipteren sind auf der feuchten Wiese die Familien Chironomidae, Psychodidae, Tipulidae und Brachycera durch vereinzelte Exemplare vertreten. Von Coleoptera ist hier *Dryops rudolfi* am häufigsten. Diese Art erreicht hier ein Abundanzmaximum von 1300 Ex./m^2. Vereinzelt kommen auf der feuchten Wiese Larven von *Agriotes brevis* Candèze, 1863 (Elateridae) vor. Sie haben hier eine durchschnittliche Abundanz von 25 Ex./m^2. Weiter wurden hier vereinzelt Carabidae und Staphylinidae festgestellt (Tab. 3).

Tabelle 3. Feuchte Wiese - in einzelnen Probenentnahmen festgestellte Abundanzwerte (Ex./100 cm^2) der Makrofauna-Gruppen

Tiergruppe	1968									1969							Summe	Ø A/m²	D
Datum d. Probenentnahmen	5. 6.	18. 6.	3. 7.	17. 7.	30.7.	14. 8.	12. 9.	25. 9.	19. 11.	3. 4.	29. 4.	31. 5.	29. 6.	27. 7.	30. 8.	22. 10.			
Diptera	6j	2j	2i	—	2i 3j	16j	3j 1i	—	16j	14j	8j 1j	12j	10j 1i	3i	5j	8j 1i	103j 11i	706	48
Coleoptera	4j	—	—	—	9j 3i	2j 1i	9j	5j	14j 1i	3j	6j	4j 2i	6j	3j 1i	8j 5i	2j 1i	73j 14i	544	37
Dryops rudolfi	—	—	—	—	5j	1j	6j	2j	13j	3j	6j	2i	4j	2j	2j 1i	—	44j 3i	293	—
Agriotes brevis	—	—	—	—	—	—	1j	1j	—	—	—	—	—	—	1j	1j	4j	25	—
Staphylinidae	—	—	—	—	—	—	—	—	1i	—	—	—	—	1j 1i	2i	1i	1j 5i	37	—
Carabidae	—	—	—	—	—	—	2j	2j	—	—	—	—	2j	1j	—	2i	7j 2i	56	—
Hymenoptera	—	—	—	—	2i	—	—	—	—	—	—	2i	—	—	—	—	4i	25	2
Arachnida	—	—	—	—	11	8	3	—	1	1	—	2	—	1	1	—	28	175	12
Chilopoda	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	2	12	1
Makrofauna insgesamt	10	2	2	—	31	27	16	5	32	18	15	22	18	8	19	12	235	1884	100

j — Larven, i — Imagines

Tabelle 4. Feuchte Wiese - in einzelnen Probenentnahmen festgestellte Abundanzwerte (Ex./100 cm²) der Apterygota und Acarina und Verhältnisse zwischen beiden Gruppen

Tiergruppe / Datum d. Probenentnahme	1968									1969								Summe	Ø A/m²	D
	5. 6.	18. 6.	3. 7.	17. 7.	30. 7.	14. 8.	12. 9.	25. 9.	19. 11.	3. 4.	29. 4.	31. 5.	29. 6.	27. 7.	30. 8.	22. 10.	26. 11.			
Apterygota	1637	182	214	401	544	491	357	508	677	953	657	1134	1102	466	623	562	1047	11 555	67 970	48,0
Oribatei	200	124	322	196	346	209	349	448	451	388	208	376	327	328	574	835	1638	7 319	43 050	30,5
Sonstige Acarina	218	62	90	192	262	157	135	340	309	130	114	272	185	131	261	347	1947	5 152	30 310	21,5
Acarina insgesamt	418	186	412	388	608	366	484	788	760	518	322	648	512	459	835	1182	3585	12 471	73 360	52,0
Acarina : Apterygota	0,21	1,01	1,91	1,0	1,1	0,7	1,3	1,5	1,1	0,5	0,5	0,6	0,7	1,0	1,3	2,1	3,4	1,1	–	–
Oribatei : Apterygota	0,12	0,78	1,5	0,5	0,6	0,4	1,0	0,9	0,7	0,4	0,3	0,3	0,3	0,7	0,9	1,5	1,6	0,6	–	–

5.1.2.2. Bodenmesofauna

Acarina

Auf der feuchten Wiese ist die Zahl der Acarina etwa dieselbe wie die Zahl der Apterygota, wenn wir die durchschnittliche Abundanz in Betracht ziehen (Tab. 4). Wenn wir aber das Verhältnis Acarina: Apterygota in einzelnen Bodenproben vergleichen, stellen wir eine interessante Abhängigkeit dieser Verhältnisse von den Überschwemmungen und von der Bodenfeuchtigkeit fest. Nach der Sommerüberschwemmung sind die Milben nicht so stark reduziert wie die Apterygota. Die Abundanz der Acarina ist nach der Sommerüberschwemmung nur um 55% reduziert, und so wird ihre Abundanz fast mit der Abundanz der Apterygota identisch. Die Acarina, besonders die Oribatei, vertragen die Sommerüberschwemmung besser als die Apterygota. Der feuchte Boden nach der Sommerüberschwemmung ist aber für die Entwicklung der Apterygota günstiger als für die Milben, und das führt dazu, dass hier auf eine kurze Zeit im Juli und im August die Apterygota zahlreicher als die Milben sind (Tab. 4). Ganz anders entwickeln sich die Verhältnisse zwischen den Milben und Apterygota nach der Frühlingsüberschwemmung 1968. Im feuchten Boden ist hier während der Frühlings- und Sommermonate die Milbenabundanz niedriger als die Abundanz der Apterygota. Ende Juli gleicht sich die Abundanz beider Gruppen aus, am Septemberende, wenn das trockene pannonische Klima im Boden zum Ausdruck kommt (Abb. 5, 6), sind die Milben schon um 1,3 mal häufiger als die Apterygota. Für den grössten Teil der Apterygota ist die Trockenperiode am Sommerende und im Herbst ungünstig für die Entwicklung. Dagegen ist für die Acarina der trockene Boden kein Limitfaktor, was sich auch in der Erhöhung ihrer Abundanz wiederspiegelt. Sie erreichen ein Abundanzmaximum im November (358 500 Ex./m^2) und sind dann hier 3,4mal häufiger als die Apterygota. Das entspricht der bekannten Tatsache, dass auf den mehr xerischen Standorten Milben häufiger als Apterygota vorkommen. Auf der feuchten Wiese kommt nach der Frühlingsüberschwemmung der xerotherme Charakter des pannonischen Klimagebietes erst nach längerer Zeit in der zweiten Sommerhälfte zum Ausdruck. Zu dieser Zeit ist der Grundwasserspiegel 182 cm tief (Abb. 5) und die Bodenfeuchtigkeit fällt auf die niedrigsten Werte (Abb. 6). Die niedrigste Milbenabundanz wurde auf der feuchten Wiese gerade nach der Sommerüberschwemmung festgestellt - 18 600 Ex./m^2.

In beiden Untersuchungsjahren waren hier Oribatei häufiger als die sonstigen Acarina (Tab. 4, Abb. 17), nur direkt vor der Sommerüberschwemmung (5. VI. 1968) und im November 1969 war es umgekehrt. Vor der Sommerüberschwemmung erreicht die Abundanz der Oribatei 20 000 Ex./m^2, die Überschwemmung reduziert sie um 38 % (auf 12 400 Ex./m^2). Nach dem Trockenfallen der feuchten Wiese entwickelt sich die Oribatei-Abundanz unregelmässig. Sie erreicht im Juni 32 200 Ex./m^2 und fällt wieder plötzlich auf 19 600 Ex./m^2. Noch in demselben Monat steigt sie wieder auf 34 600 Ex./m^2; 14 Tage später fällt sie wieder bis auf 20 900 Ex./m^2

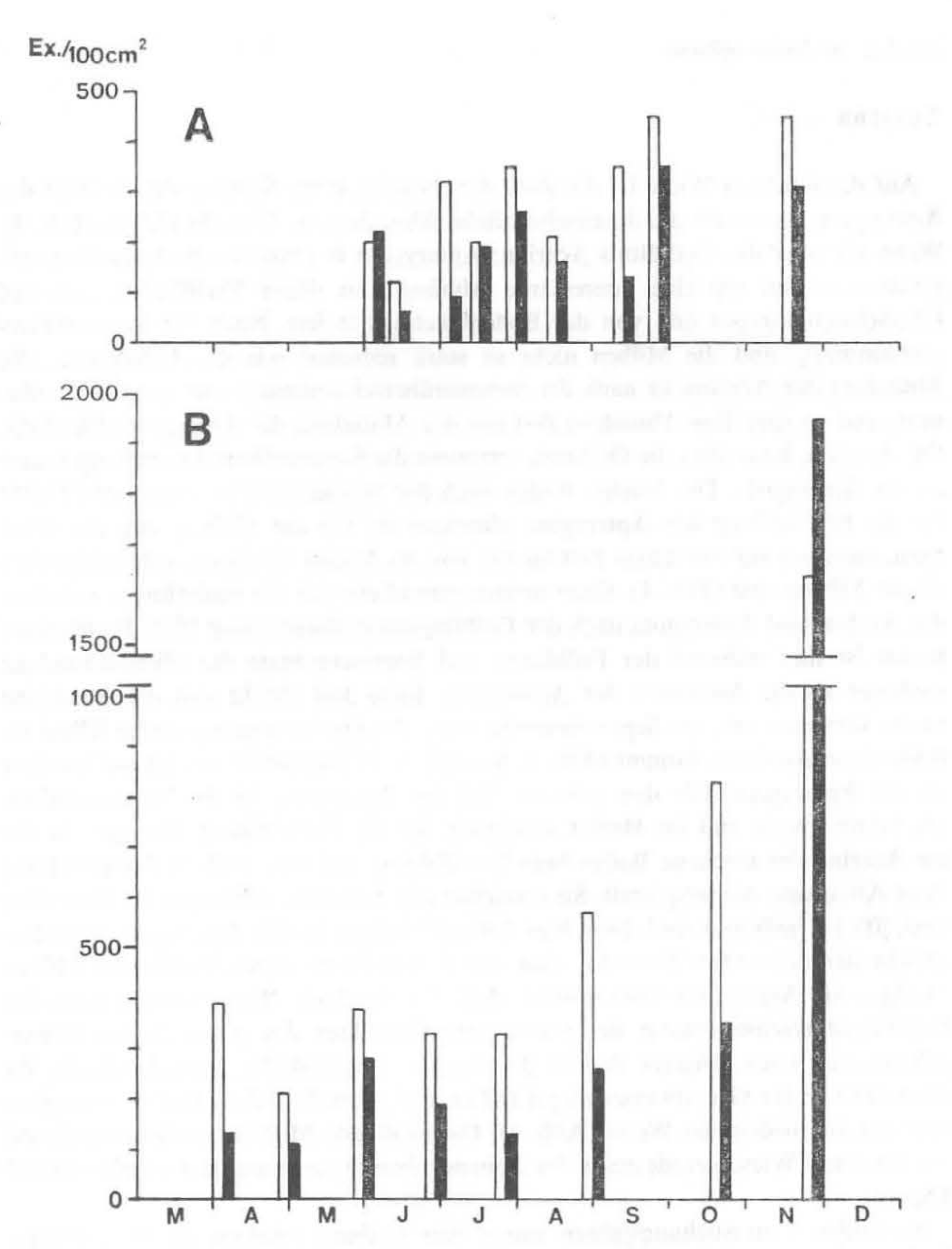


Abb. 17. Oribatei (weisse Säulen) und sonstige Acarina (schwarze Säulen) - Abundanzverlauf auf der feuchten Wiese in den Jahren 1968 (A) und 1969 (B).

(Tab. 4, Abb. 17). Diese Abundanzschwankungen kann man ohne Artbestimmung nicht erklären. Sehr wahrscheinlich wird das erste Maximum durch hygrophile, das zweite wieder durch mesophile Arten hervorgerufen.

Durch die Frühlingsüberschwemmung im folgenden Jahr wird die Oribatei-Abundanz um 46 % reduziert, aber Ende Mai erreicht die Abundanz schon wieder fast dieselbe Höhe wie vor der Überschwemmung. Am Sommerende und im Herbst steigt die Abundanz zu einem Maximum im November - 163 800 Ex./m^2. In beiden Jahren wird das Abundanzmaximum im November erreicht, das Jahr mit der Frühlingsüberschwemmung ist aber für die Entwicklung der Oribatei günstiger.

Der Abundanzverlauf der sonstigen Acarina unterscheidet sich etwas von dem Verlauf bei Oribatei und ist dem Abundanzverlauf der Apterygota, besonders während der Trockenperiode, ähnlich. In dem ersten Untersuchungsjahr erreicht die Abundanz der sonstigen Acarina vor der Sommerüberschwemmung 21 800 Ex./m^2, nach dem Trockenfallen der feuchten Wiese wurden hier nur 6200 Ex./m^2 festgestellt. Die Sommerüberschwemmung reduzierte also die Abundanz der sonstigen Acarina um 72 %. Dann entwickelt sich die Abundanz zu einem Maximum von 26 200 Ex./m^2 Ende Juli. Nach einer Erniedrigung auf 15 700 und 13 500 Ex./m^2 im August und September wird die Abundanz Ende November plötzlich erhöht und bleibt auch im November auf derselben Höhe. Vor der Frühlingsüberschwemmung ist die Abundanz der sonstigen Acarina niedrig - 13 000 Ex./m^2. Die Überschwemmung reduziert diese Zahl nur um 12 % und hat einen positiven Einfluss auf die weitere Entwicklung der Abundanz, die Ende Mai 27 200 Ex./m^2 erreicht. In der nachfolgenden Periode wird die Populationsentwicklung der sonstigen Acarina durch die niedrige Bodenfeuchtigkeit negativ beeinflusst (Abb. 17). Am Sommerende und im Herbst nimmt die Besiedlungsdichte langsam zu und erreicht im November ein Maximum mit 194 700 Ex./m^2.

Apterygota

Auch auf der feuchten Wiese sind Apterygota nur durch die Collembola vertreten. Die Protura, Diplura und Thysanura leben hier nicht. Die Entwicklung der Collembolen-Abundanz hängt hier direkt von den Überschwemmungen und von dem Austrocknen des Bodens während des Sommers ab. Die Populationsdynamik der Collembola in den beiden Untersuchungsjahren ist in der Abb. 18 dargestellt. Die höchste Abundanz (163 700 Ex./m^2) wurde Anfang Juni 1968 knapp vor der Überschwemmung festgestellt. Die Sommerüberschwemmung wirkt auf die Collembola direkt katastrophal, denn sie reduziert ihre Abundanz um 89 % (auf 18 200 Ex./m^2). Nach dem Trockenfallen der Lokalität kommt es zu einer plötzlichen Vermehrung der Collembola, und sie erreichen Ende Juli 54 400 Ex./m^2. Während der Trockenperiode im August bis Mitte September fällt die Abundanz langsam zum Wert 35 700 Ex./m^2 ab, in der zweiten Hälfte des Septembers erhöht sie sich wieder und im November erreicht sie 67 700 Ex./m^2. Vor der Frühlingsüberschwemmung 1969 erreicht die Collembolenabundanz 95 300 Ex./m^2, nach der Überschwemmung ist

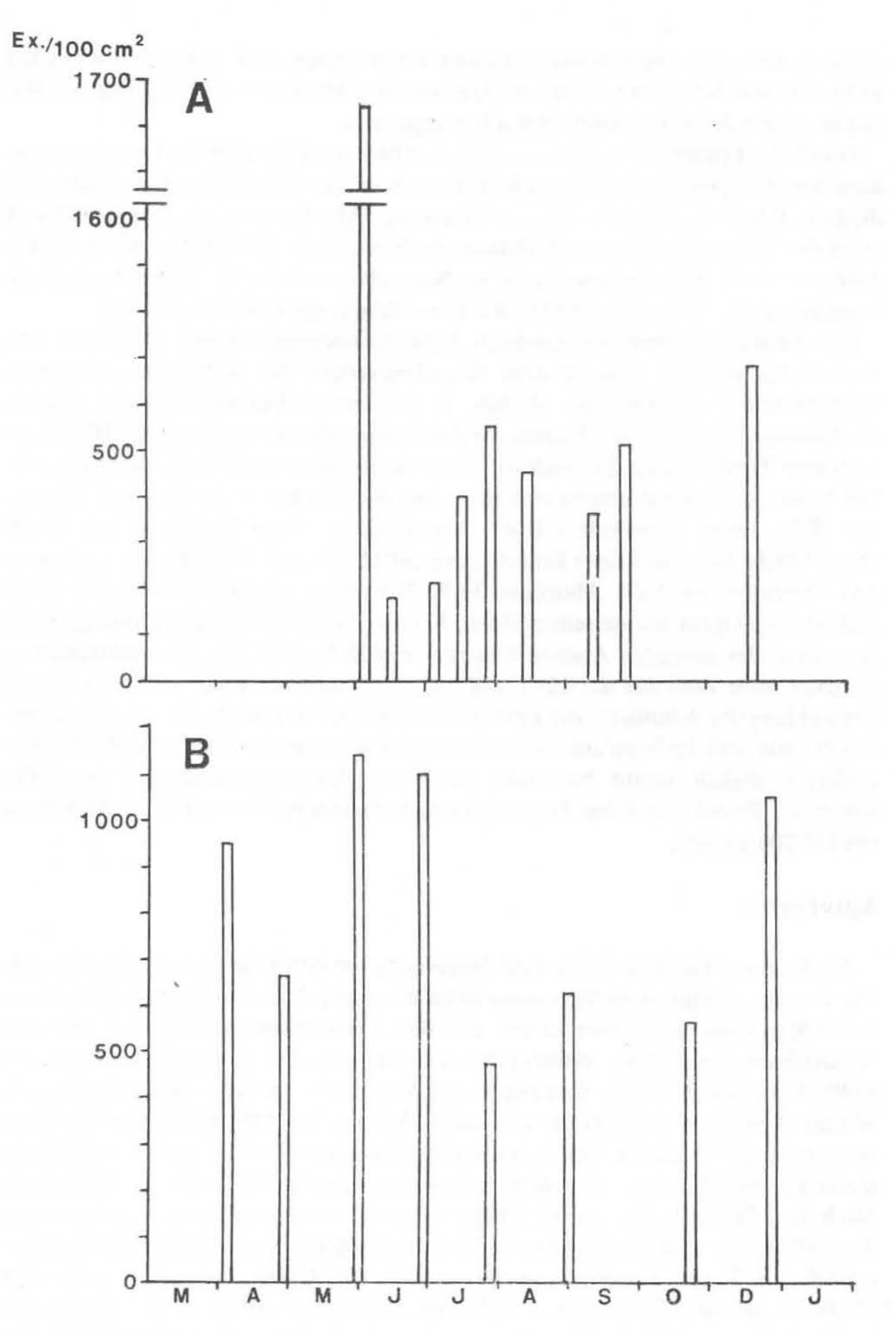


Abb. 18. Collembola - Abundanzverlauf auf der feuchten Wiese in den Jahren 1968 (A) und 1969 (B).

sie um 31 % niedriger. Die Überschwemmung hat aber die nachfolgende rasche Vermehrung der Collembola begünstigt, und so erreichen sie schon Ende Mai 113 400 Ex./m^2, also eine höhere Abundanz als vor der Überschwemmung. Im Juni ruft die Austrocknung des Bodens wieder eine Abundanzreduktion bis auf 46 600 Ex./m^2 hervor. Von August an steigt die Collembolenabundanz wieder langsam und erreicht ein Herbstmaximum mit 104 700 Ex./m^2.

Sonstige Gruppen der Mesofauna

Von den anderen Gruppen der Bodenmesofauna wurden auf der feuchten Wiese vereinzelt Copepoda (1 Ex.), Coccinea (1 Ex.), Aphididae (1 Ex.) und Psocoptera (2 Ex.) festgestellt.

5.1.3. Trockene Wiese mit *Serratuleto-Festucetum commutatae*

5.1.3.1. Bodenmakrofauna

In diesem Ökosystem erreicht die Bodenmakrofauna eine durchschnittliche Abundanz von 2528 Ex./m^2. Es dominierten hier Diptera (D = 32 %), Coleoptera (D = = 23 %) und Heteroptera (D = 20 %) (Tab. 5). Auch Symphyla (D = 10 %) und Arachnida (D = 7 %) gehörten hier zu den wichtigen Komponenten der Makrofauna. Von den verbleibenden Gruppen wurden hier in niedriger Dominanz und Abundanz Isopoda, Diplopoda, Chilopoda (Geophilidae) und Hymenoptera festgestellt (Tab. 5).

Diptera erreichen hier durchschnittlich eine Abundanz von 816 Ex./m^2, Coleoptera 572 Ex./m^2. Die Makrofauna erreichte auf der trockenen Wiese die höchste Abundanz am 25. IX. 1968 - 7100 Ex./m^2. Hier dominierten adulte Scatopsidae (D = 83 %). Die Dipteren waren in diesem Ökosystem ausser den Scatopsidae durch Larven und Imagines von Lycoridae, Chironomidae und einigen Brachycera vertreten. Die genannten Gruppen waren in den Bodenproben unregelmässig und meist vereinzelt verteilt. Deshalb kann man nichts über den Abundanzverlauf einzelner Dipteren-Gruppen sagen. Dasselbe gilt auch für die verbleibenden Gruppen der Makrofauna. Wenn wir die Makrofauna auch nicht quantitativ auswerten können, sagt uns auch die qualitative Auswertung, d.h. die blosse Präsenz oder Absenz einiger wichtiger Arthropodengruppen viel zur Charakteristik des Ökotopes. Das Vorhandensein oder die Absenz einiger wichtiger edaphischer Arthropodengruppen werden erst beim Vergleich mit den beiden vorher behandelten Wiesentypen deutlich (s. Abt. 5.1.4.). Von den Coleopteren kommen auf der trockenen Wiese Larven und Vollkerfe der Familien Elateridae, Staphylinidae, Carabidae, Curculionidae, Chrysomelidae und Ptiliidae vor. Zwischen den Coleopteren dominierten hier die Larven von *Agriotes brevis* (Elateridae) (D = 33 %). Die Heteropteren wurden hier durch die Art *Acalypta marginata* (Wolf, 1806) (Fam. Tingidae) dominant vertreten.

Tabelle 5. Trockene Wiese - in einzelnen Probenentnahmen festgestellte Abundanzwerte (Ex./100 cm²) der Makrofauna-Gruppen

Tiergruppe	1968									1969								1970	Summe	⌀ A/m²	D
Datum d. Probenentnahme	5. 6.	18. 6.	3. 7.	17. 7.	30. 7.	14. 8.	12. 9.	25. 9.	19. 11.	3. 4.	29. 4.	31. 5.	29. 6.	27. 7.	30. 8.	22. 10.	26. 11.	15. 1.			
Diptera	1j	—	4i	—	10j	4j 8i	4j	1j 59i	11j	8j	—	6j	6j 1j	1i	—	7j 1i	6i	6j 3i	147	817	32,7
Coleoptera insgesamt	3j 3i	—	—	—	10j 6i	6i	3j 2i	1j 2i	5j 6i	5j 1i	3j	8j	8j	1j	1j	3j 5i	5j 2i	5j 3i	97	539	21,6
Agriotes brevis	—	—	—	—	4j	—	3j	1j	4j	4j	1j	2j	6j	—	1j	3j	2j	3j	34	189	7,6
Staphylinidae	3i	—	—	—	—	—	6i	2i	2i	4i	—	—	—	—	—	3i	li	2i	23	128	5,1
Heteroptera	1	—	—	—	—	12	3	4	3	—	3	2	16	18	14	7	8	2	93	517	20,7
Hymenoptera	2	—	—	—	—	—	—	—	1	3	—	—	—	—	1	2	1	—	10	56	2,2
Isopoda	1	—	—	—	2	4	1	—	1	—	—	—	—	2	—	—	—	—	11	61	2,4
Diplopoda	—	—	—	—	2	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	6	33	1,3
Geophilidae	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	1	1	2	—	—	6	33	1,3
Symphyla	—	—	2	4	8	2	1	—	—	—	8	10	4	4	3	—	1	—	47	261	10,5
Arachnida	1	—	—	—	6	—	—	2	3	2	3	4	1	1	3	—	6	—	32	178	7,1
Makrofauna insgesamt	12	—	6	4	44	36	14	71	30	19	18	31	36	28	23	27	31	19	449	2494	—

j — Larven, i — Imagines

5.1.3.2. Bodenmesofauna

Acarina

Auf der trockenen Wiese ist die Zahl der Acarina (Oribatei + verbleibende Acarina) etwas niedriger als die Zahl der Apterygota (0,9 : 1) wenn wir die durchschnittliche Abundanz vergleichen (Tab. 6). Wenn wir aber die einzelnen Bodenproben vergleichen, zeigt sich, dass die Acarina in den Frühlingsmonaten und besonders Anfang des Sommers sehr niedrige Abundanz im Vergleich zu den Apterygota haben. Dagegen im Sommer und im Winter ist das Verhältnis Acarina : Apterygota 1 : 1,3 — 2,1.

Die trockene Wiese war während der Untersuchungsperiode nur einige Stunden (am Nachmitag des 3. IV. 1969) kurz nach der Probenentnahme überschwemmt. Diese sehr kurze Frühlingsüberschwemmung hat keine Erniederung der Acarina-Abundanz hervorgerufen, ihre Abundanz hat sich sogar in der nächsten Probenentnahme Ende April 2,1mal erhöht (Abb. 19). Die Acarina erreichten im ersten Untersuchungsjahr die höchste Abundanz im September (121 200 Ex./m^2), im Jahre mit der Frühlingsüberschwemmung wurde die höchste Abundanz erst im Oktober erreicht (165 000 Ex./m^2).

Die Oribatei weisen hier durchschnittlich um 50 % niedrigere Abundanzwerte als die Apterygoten auf (Tab. 6), nur in den Aufnahmen vom 14. VIII. 1968 und 22. X. 1969 wurde ihre Abundanz etwas höher als bei den Apterygoten. Die verbleibenden Acarina sind in allen Aufnahmen durch wesentlich niedrigere Abundanzwerte als die Apterygota vertreten (Tab. 6).

Die Oribatei erreichen auf der trockenen Wiese durchschnittlich eine höhere Abundanz als die übrigen Acarina (1,45 : 1). Der Abundanzverlauf der Oribatei ist hier in beiden Untersuchungsjahren ganz unterschiedlich (Abb. 19). Im Jahr 1968 gibt es hier Ende Frühling, Anfang Sommer und im Herbst eine niedrige Abundanz der Oribatei (17 700—32 200 Ex./m^2), und im Sommer wird das Abundanzmaximum erreicht (73 200 Ex./m^2). Im Jahr 1969 ist die Abundanz im Frühling bis zu 2mal höher als im vorigen Jahr, im Sommer wieder 3mal niedriger, und im Herbst wird das Maximum erreicht (92 700 Ex./m^2).

Bei den übrigen Acarina ist der Abundanzverlauf im Frühling in den beiden Jahren fast gleich, und sie erreichen das erste Maximum Anfang Sommer (Abb. 19). Ende Juni und Anfang Juli sinkt die Abundanz plötzlich zum Minimum (9000 Ex./m^2 1968 und 14 300 Ex./m^2 1969). Im ersten Jahr steigt die Abundanz der verbleibenden Acarina wieder schnell zum Maximum im August (48 000 Ex./m^2), im September sinkt sie auf 23 500 Ex./m^2 und dann steigt sie wieder auf 39 900 Ex./m^2 (Abb. 19). Im Jahr 1969 bleibt die Abundanz während des ganzen Sommers auf niedrigen Werten, ein Maximum wird im Oktober erreicht (72 300 Ex./m^2), und im November sinkt sie wieder bis zum Wert 13 100 Ex./m^2 (Abb. 19).

Der beschriebene Abundanzverlauf der Oribatei und der übrigen Acarina ist schwierig nur durch die Schwankungen der Bodenfeuchtigkeit und des Grundwasser-

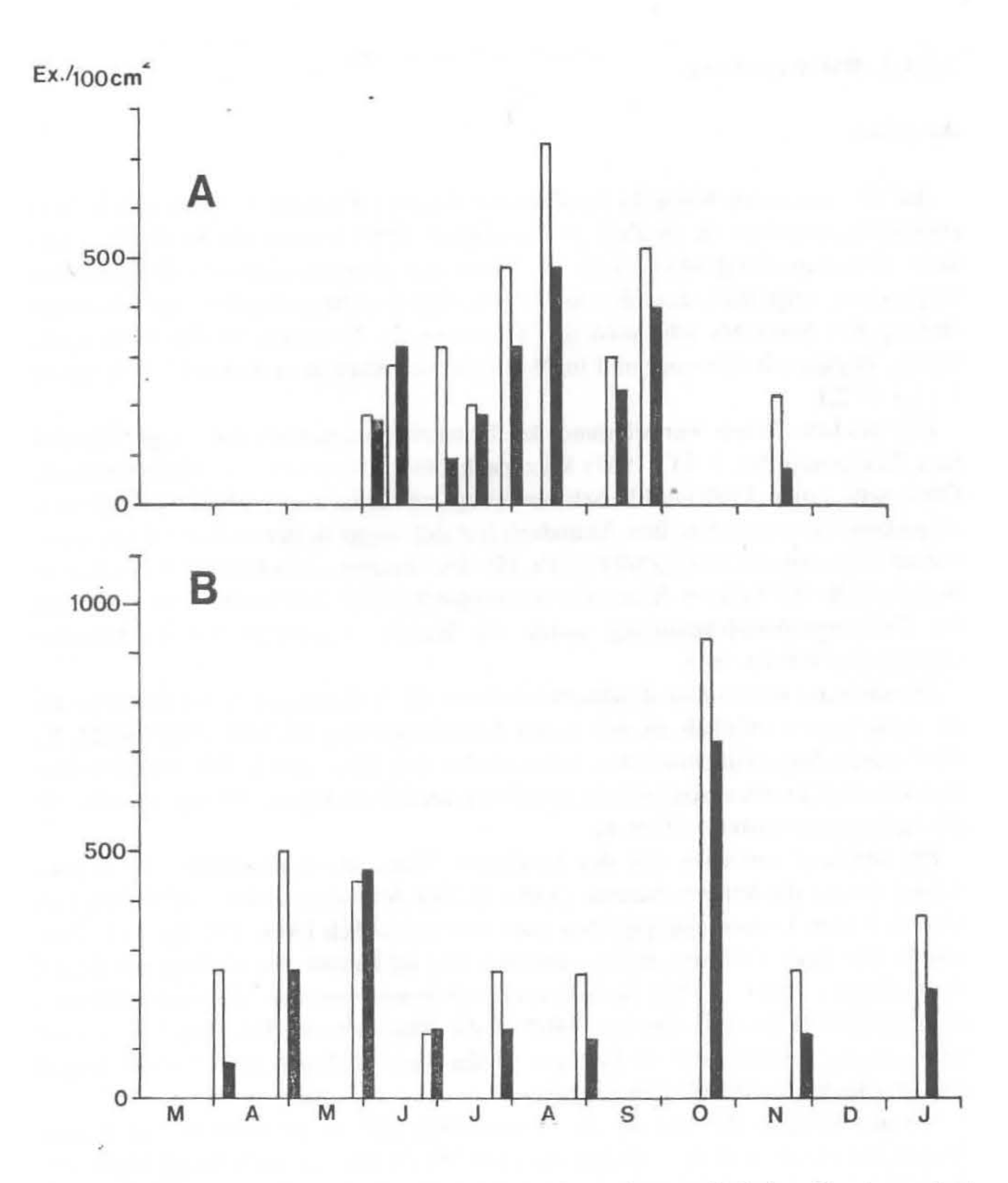


Abb. 19. Oribatei (weisse Säulen) und sonstige Acarina (schwarze Säulen) - Abundanzverlauf auf der trockenen Wiese in den Jahren 1968 (A) und 1969–70 (B).

Tabelle 6. Trockene Wiese - in einzelnen Probenentnahmen festgestellte Abundanzwerte (Ex./100 cm²) der Mesofauna und Verhältnisse zwischen Apterygota und Acarina

Tiergruppe	1968									1969								1970	Summe	Ø A/m²	D
Datum d. Probenentnahme	5. 6.	18. 6.	3. 7.	17. 7.	30. 7.	14. 8.	12. 9.	25. 9.	19. 11.	3. 4.	29. 4.	31. 5.	29. 6.	27. 7.	30. 8.	22. 10.	26. 11.	15. 1.			
Apterygota	1308	1393	679	485	602	696	577	612	290	609	953	1298	822	273	342	789	455	364	12 547	69 705	52,7
Oribatei	177	276	322	196	483	732	305	516	219	265	499	444	128	265	252	927	256	368	66 30	36 833	27,8
Sonstige Acarina	173	324	90	182	324	480	235	399	69	91	257	464	143	143	119	723	131	222	4 569	25 383	19,2
Acarina insgesamt	350	600	412	378	807	1212	540	915	288	356	756	908	271	408	371	1650	387	590	11 199	62 217	47,0
Pauropoda	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	2	1	—	7	39	—
Thysanoptera	—	—	—	—	—	4	3	6	2	1	3	2	10	2	8	10	3	1	55	305	0,2
Acarina : Apterygota	0,3	0,4	0,6	0,8	1,3	1,7	0,9	1,5	1,0	0,9	0,8	0,7	0,3	1,5	1,1	2,1	0,8	1,6	0,9	—	—
Oribatei : Apterygota	0,1	0,2	0,5	0,4	0,8	1,1	0,5	0,8	0,7	0,4	0,5	0,3	0,2	1,0	0,7	1,2	0,6	1,0	0,5	—	—

spiegels zu erklären (s. Abb. 7, 8). Die Beziehungen und Abhängigkeiten zwischen abiotischen und biotischen Komponenten dieses Ökosystems sind hier weit komplizierter als auf den beiden vorher beschriebenen Wiesentypen. Was das Herbstmaximum der Oribatei und der übrigen Acarina 1969 angeht, so kann konstatiert werden, dass es in die langdauernde Trockenperiode fällt (s. Abb. 7, 8). Zu einer gründlicheren Analyse der Abhängigkeit des Abundanzverlaufes von verschiedenen Faktoren müsste man eine Artbestimmung dieser Mesofauna-Gruppen durchführen, und auch dann ist es schwierig, jede Abundanzschwankung richtig zu erklären (s. Abt. 5.2.3.).

Apterygota

Die Apterygota sind auf der trockenen Wiese durch die Ordnungen Collembola, Protura und Diplura vertreten. Die Proturen sind hier mit einer eukonstanten Art *Eosentomon pratense* Rusek, 1973 vertreten (ausser dieser Art wurde hier ein juveniles Exemplar von *Acerentomon* sp. festgestellt). Die Dipluren waren hier auch nur mit einer konstanten Art *Campodea chionea* Rusek, 1966 vertreten. Wie schon gesagt wurde, sind hier Apterygota zahlreicher als Oribatei und übrige Acarina (Tab. 6).

Der höchste Abundanzwert der Apterygota wird hier im Juni 1968 erreicht (139 300 Ex./m^2), dann fällt die Apterygotenabundanz plötzlich bis zum Wert 48 500 Ex./m^2 (Mitte Juli), und dann steigt sie wieder langsam auf 69 600 Ex./m^2 im August. Im Herbst 1968 wird hier niedrige Abundanz (29 000 Ex./m^2) festgestellt. Im Jahr 1969 ist der Abundanzverlauf der Apterygoten ähnlich wie 1968 mit dem Unterschied, dass im Sommer die Abundanz länger sehr niedrig bleibt (27 300—34 200 Ex./m^2), und erst im Oktober kommt es zu einer Erhöhung auf 78 900 Ex./m^2. Die kurze Sommerüberschwemmung hat keinen negativen Einfluss auf die Apterygotenabundanz gehabt (Abb. 20).

Übrige Mesofauna-Gruppen

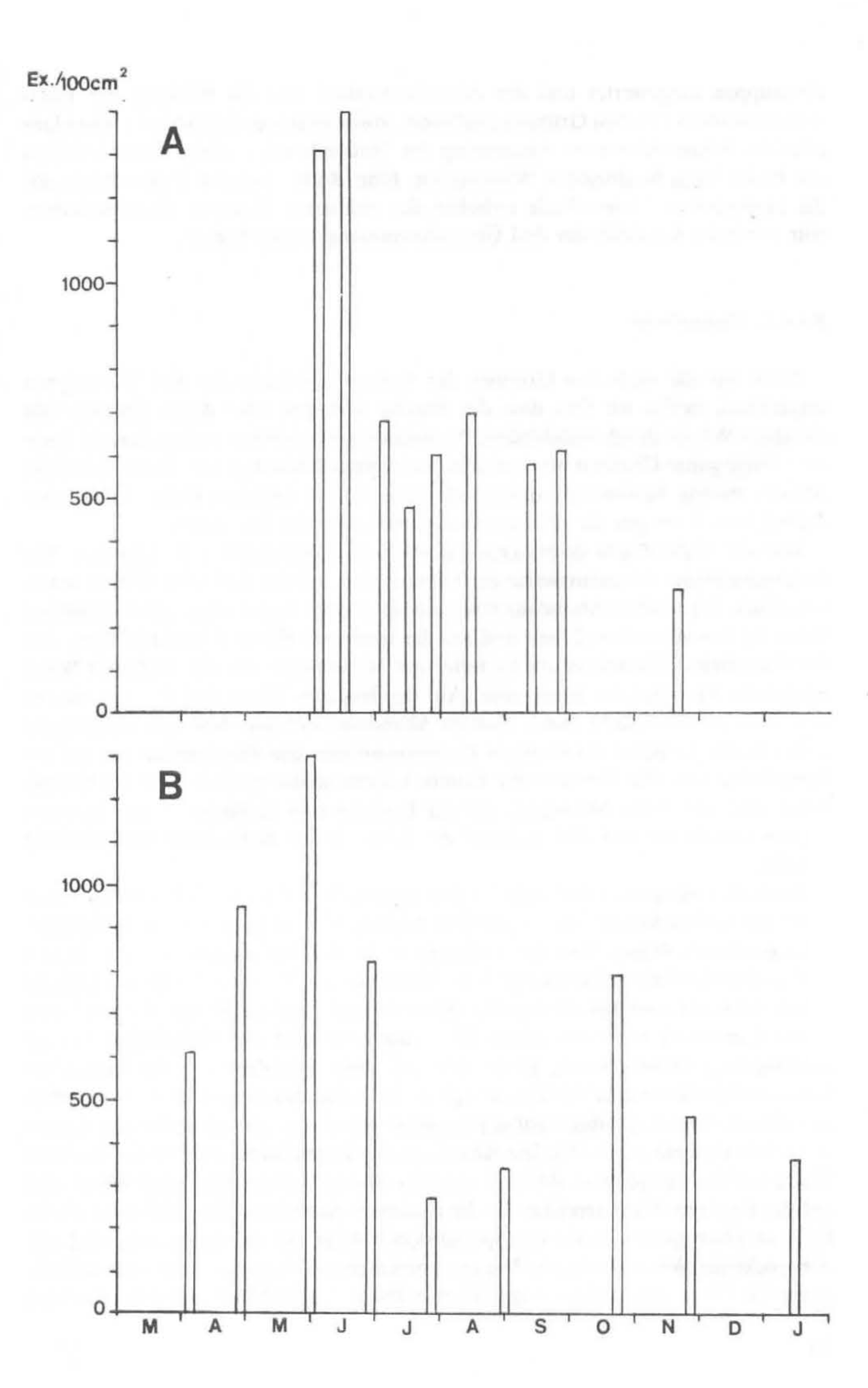
Von den übrigen Gruppen der Bodenmesofauna wurden auf der trockenen Wiese Vertreter der Pauropoda (7 Ex.) und Thysanoptera (55 Ex.) festgestellt. Die Thysanopteren kamen hier regelmässig in niedriger Abundanz vor (Tab. 6).

5.1.4. Vergleich der Bodenfaunagruppen der drei Wiesentypen

In den vorhergehenden Abschnitten wurden einzelne Gruppen der untersuchten Bodenfauna auf der Sumpfwiese, der feuchten Wiese und der trockenen Wiese behandelt. Bei jedem Wiesentyp wurde das Vorkommen aller festgestellten Arthropo-

→

Abb. 20. Apterygota - Abundanzverlauf auf der trockenen Wiese in den Jahren 1968 (A) und 1969—70 (B).



Ex./100cm²
A
B
1000
500
0
M
A
M
J
J
A
S
O
N
D
J

dengruppen ausgewertet und der Abundanzverlauf und die Wirkung der Überschwemmungen bei allen Gruppen analysiert, soweit es eine genügend hohe Abundanz erlaubte. Schon diese erste Auswertung des Materials zeigte einige Besonderheiten der Bodenfauna in einzelnen Wiesentypen. Eine Reihe weiterer Unterschiede, die die ökologischen Unterschiede zwischen den studierten Biotopen charakterisieren, tritt erst beim Vergleich der drei Überschwemmungswiesen hervor.

5.1.4.1. Makrofauna

Wenn wir die studierten Gruppen der Bodenmakrofauna der drei Wiesentypen vergleichen, stellen wir fest, dass die einzelne Gruppen oder Arten einerseits auf einzelnen Wiesen durch verschiedene Abundanzwerte vertreten sind, anderseits kommen einige ganze Gruppen nur in einem bestimmten Wiesentyp vor. Unterschiedliche Abundanzwerte bestimmter, ökologisch ausgeprägter Gruppen (oder Arten) charakterisieren dann gut die ökologischen Verhältnisse des Standortes.

Von der Makrofauna dominieren auf allen drei Wiesentypen die Dipteren. Die durchschnittliche Abundanzwerte der Diptera sind auf den einzelnen Wiesen unterschiedlich. Die höchste Abundanz erreichen sie auf der Sumpfwiese, auf der feuchten Wiese ist ihre Abundanz 11mal und auf der trockenen Wiese 9,5mal niedriger. Auf der Sumpfwiese überwiegen die Vertreter der Nematocera, auf der trockenen Wiese wieder die Vertreter der Brachycera. Auf der feuchten Wiese sind die Nematocera und auch die Brachycera durch niedrige Abundanz vertreten. Von den Nematocera kommen die Vertreter der Familien Ceratopogonidae und Psychodidae nur auf der Sumpfwiese vor. Die Vertreter der Familie Chironomidae erreichen auf der Sumpfwiese eine sehr hohe Abundanz, auf der feuchten und trockenen Wiese kommen sie nur einzeln vor und sind während des Jahres in den Aufnahmen unregelmässig verteilt.

Auch die Coleopteren sind auf allen drei untersuchten Wiesen mit hoher Dominanz vertreten, auf der Sumpfwiese ist aber ihre Abundanz 6 mal höher als auf der feuchten oder trockenen Wiese. Von den Coleopteren ist das Vorkommen der Art *Dryops rudolfi* charakteristisch. Sie hat eine hohe Abundanz im *Glycerietum maximae*, niedrige Abundanzwerte sind für die feuchte Wiese typisch, und im Boden der trockenen Wiese kommt sie nicht vor (Abb. 21). Umgekehrt sind die Verhältnisse bei der Elateridenart *Agriotes brevis*. Sie erreicht eine hohe Abundanz (bei den Elateridenlarven stellen Werte über 100 Ex./m^2 schon eine hohe Abundanz vor) auf der trockenen Wiese, kommt vereinzelt auf der feuchten Wiese vor, und im Boden der Sumpfwiese lebt sie nicht (Abb. 21). Die Abundanz der Staphylinidae erreicht die höchsten Werte auf der Sumpfwiese, dreimal niedriger sind sie auf der trockenen Wiese, und auf der feuchten Wiese erreichen sie die niedrigste Abundanz. Das wird wahrscheinlich von einer ganzen Reihe eng spezialisierter Arter auf der Sumpfwiese und auf der trockenen Wiese abhängen. Die eng spezialisierten Arten vertragen am schlechtesten die relativ am wenigsten stabilisierten abiotische Verhältnisse auf der feuchten

a b c

Diptera

Chironomidae

Ceratopogonidae d

Psychodidae

Coleoptera

Dryops rudolfi

Agriotes brevis

Abb. 21. Verteilung der Diptera und Coleoptera auf der Sumpfwiese (a), feuchten Wiese (b) und trockenen Wiese (c).

Wiese. So ist es bei den Collembolen, wie im Abschnitt 5.2. gezeigt wird. Bei den Staphyliniden fehlt uns die Artbestimmung zur Unterstützung dieser Vermutung.

Die Abundanz der Arachnida ist auf der Sumpfwiese um 3,3mal niedriger als auf der feuchten oder trockenen Wiese. Die Hymenoptera erreichen wieder auf der trockenen Wiese die höchsten und auf der Sumpfwiese die niedrigsten Abundanzwerte.

Im Vergleich zu der trockenen Wiese ist aber für die Sumpfwiese und für die feuchte Wiese besonders die Absenz einiger ganzer Gruppen der Bodenfauna charakteristisch. Die Vertretern der Gruppen Heteroptera, Isopoda, Diplopoda, Geophilidae und Symphyla kommen nur im Boden der trockenen Wiese vor. Für Arten der genannten Gruppen stellen auch die 7—14 tägigen Überschwemmungen auf der feuchten Wiese einen nicht zu bewältigenden ökologischen Faktor dar, der ihnen die Besiedlung der regelmässig überschwemmten Wiesen nicht erlaubt.

Wenn wir die festgestellten Tatsachen zusammenfassen, können wir die langzeitig überflutete Sumpfwiese durch die hohe Abundanz der Bodenmakrofauna mit dominierenden Larven der Ceratopogonidae, Chironomidae, Psychodidae und *Dryops rudolfi* (Dryopidae) und fehlenden Heteroptera, Isopoda, Diplopoda, Geophilidae und Symphyla charakterisieren. Die trockene Wiese wird dagegen durch 4,5 mal niedrigere Abundanz der Makrofauna (im Vergleich zur Sumpfwiese), durch das Fehlen der Ceratopogonidae und Psychodidae und durch das Vorhandensein der Gruppen Heteroptera, Isopoda, Diplopoda, Geophilidae und Symphyla, deren Vertretern die regelmässigen Überschwemmungen nicht überleben können, charakterisiert. Die feuchte Wiese ist einerseits durch die Absenz der für die trockene

Wiese charakteristischen Gruppen der Makrofauna (Heteroptera, Isopoda, Diplopoda, Geophilidae und Symphyla), anderseits durch die niedrigere Abundanz einiger Gruppen oder Arten, die auf der trockenen Wiese und auf der Sumpfwiese in höherer Abundanz vorkommen, charakterisiert. Also ist die feuchte Wiese durch keine spezifische, nur auf diesen Wiesentyp beschränkte Gruppen charakterisiert.

5.1.4.2. Mesofauna

Die Bodenmesofauna der drei studierten Wiesentypen unterscheidet sich sowohl durch die Abundanz einzelner Gruppen als auch qualitativ. Die durchschnittliche Abundanz der Apterygota ist auf der Sumpfwiese am niedrigsten und auf der trockenen Wiese am höchsten (Tab. 7). Die Oribatei und die übrigen Acarina erreichen die höchste durchschnittliche Abundanz auf der feuchten Wiese, am niedrigsten ist ihre Abundanz auf der Sumpfwiese. Das Verhältnis Apterygota: Oribatei hat eine steigende Tendenz von der Sumpfwiese (0,47), über die feuchte Wiese (1,58) zu der trockenen Wiese (1,89). Ähnlich ist es mit dem Verhältniss Apterygota: übrige Acarina: Sumpfwiese 0,8, feuchte Wiese 2,2, trockene Wiese 2,74. Mit abnehmender Feuchtigkeit steigt im Untersuchungsgebiet die Dominanz der Apterygota sowohl über die Dominanz der Oribatei, als auch der übrigen Acarina. Für die regelmässig überschwemmten Wiesen (Sumpfwiese und feuchte Wiese) ist die Absenz der Protura,

Tabelle 7. Durchschnittliche Abundanz- und Dominanzwerte der Mesofauna-Gruppen

Tiergruppe	Sumpfwiese		feuchte Wiese		trockene Wiese	
	⌀ A/m²	D	⌀ A/m²	D	⌀ A/m²	D
Apterygota	17 600	22,9	68 000	48,2	69 700	52,7
Oribatei	37 700	49,2	43 000	30,5	36 800	27,8
Sonstige Acarina	21 300	27,9	30 300	21,0	25 400	19,2
Pauropoda	—	—	—	—	39	—
Thysanoptera	—	—	—	—	305	0,2
Apterygota: Oribatei	0,47		1,58		1,89	
Apterygota: sonstige Acarina	0,8		2,2		2,74	

Diplura, Pauropoda und Thysanoptera charakteristisch. Die Dynamik der Bodenmesofauna ist durch die Überschwemmungen deutlich beeinflusst. Die Frühlingsüberschwemmungen reduzieren die Bodenmesofauna nur wenig, dagegen ruft die Sommerüberschwemmung bis 89 % Abundanzreduktion der Mesofauna hervor. Die Apterygota werden durch die Sommerüberschwemmung mehr beeinflusst (89 % Reduktion) als die Oribatei (38 % Reduktion). In kurzer Zeit nach der Sommerüberschwemmung kommt es auf der feuchten Wiese zu einer starker Entwicklung der Bodenmesofauna, besonders der Apterygota (Abb. 18). Für die trockene Wiese ist das Vorkommen der Gruppen Protura, Diplura, Pauropoda und Thysanoptera charakteristisch.

5.2. Apterygota - synökologische Charakteristik und Populationsdynamik der dominanten Arten

In diesem Abschnitt werden die Apterygotengemeinschaften der untersuchten Wiesen behandelt. Weiter wird hier die Populationsdynamik der dominanten Arten beschrieben und der Einfluss der Überschwemmungen auf die Populationsdynamik und Zusammensetzung der Apterygotengemeinschaften analysiert.

5.2.1. Sumpfwiese mit *Glycerietum maximae*

In den Bodenproben von der Sumpfwiese wurden 27 Apterygota-Arten festgestellt (Tab. 8). Von dieser Zahl gehört eine Art in die Ordnung Protura *(Eosentomon pratense)*, die verbleibenden in die Ordnung Collembola. In der Tabelle 9 sind die festgestellten Apterygota aus der Serie von 10 Bodenproben à 10 cm², die am 12. IX. 1968 genommen wurden, angeführt. In diesen Proben wurden nur 8 Arten mit niedriger Abundanz und Konstanz festgestellt. Keine Art hat in dieser Probenserie eine höhere Konstanz als 70 % gehabt. Daraus kann man ableiten, dass in der Zeit der Probenentnahme das Minimalareal der Apterygotengemeinschaft nicht erreicht wurde und dass diese Serie von Bodenproben zur synökologischer Charakteristik nicht geeignet ist. Für solche Zwecke müsste man die Probenfläche oder die Probenzahl erhöhen.

Aus der Tabelle mit allen Probenaufnahmen (Tab. 8) geht hervor, dass bei niedrigerer Abundanz, die auf dieser Wiese am 30. VIII. und 19. XI. 1968 festgestellt wurde, die Bedingungen zur Erfassung des Minimalareales nicht erfüllt waren und dass wir deshalb bei den genannten Probenaufnahmen bei der Auswertung der coenotischen Parameter diese Tatsache ins Betracht ziehen müssen. Aus der Tabelle 8 wird für die Sumpfwiese folgende charakteristische Apterygotengemeinschaft abgeleitet: *Isotomiella minor - Folsomia quadrioculata - Friesea truncata - Isotoma anglicana -*

Tabelle 8. Sumpfwiese - Abundanzwerte der Apterygota (Ex./100 cm²) in einzelnen Probenentnahmen, D-Werte, ⌀ A/m² und C_r-Werte

Art	Datum der Probenentnahme	1968						1969					1970	S	D	⌀ A/m²	C_r
		5. 6.	17. 7.	30. 8.	12. 9.	25. 9.	19. 11.	31. 5.	29. 6.	27. 7.	22. 10.	26. 11.	15. 1.				
	Probe No. (Abb. 49–52).	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
Isotomiella minor		283	5	3	45	36	13	26	42	51	16	—	5	525	24.5	4 400	92
Folsomia quadrioculata		99	—	—	—	11	22	8	1	14	119	66	72	412	19,3	3 400	75
Friesea truncata		1	—	—	—	1	1	6	2	20	67	72	56	226	10,6	1 900	75
Isotoma anglicana		—	7	—	—	1	3	50	12	56	49	10	7	195	9,1	1 600	75
Micranurida hygrophila		7	—	—	3	12	2	14	1	—	2	1	1	43	2,0	400	75
Sphaeridia sp. n.		17	11	7	2	9	29	—	13	—	—	—	—	88	4,1	700	67
Sminthurinus aureus		18	145	28	66	20	—	—	13	—	—	—	—	290	13,5	2 400	58
Arrhopalites ulehlovae		5	—	—	5	10	—	10	—	1	2	—	—	33	1,5	300	58
Mesaphorura hygrophila		1	—	—	—	—	3	—	—	1	16	8	3	32	1,5	300	50
Anurida brunsvigiensis		10	—	—	—	—	—	2	—	3	—	11	33	59	2,7	500	42
Sminthurides malmgreni		—	1	12	—	8	—	6	12	—	—	—	—	39	1,8	300	42
Neanura tetrophthalma		—	—	—	—	—	—	—	—	4	14	10	4	32	1,5	300	33
Heterosminthurus novemlineatus		6	—	—	3	—	—	4	—	—	—	—	—	13	96	100	25
Sphaeridia pumilis		—	—	—	35	—	—	6	—	—	—	2	—	43	2,0	400	25
Anurida tullbergi		1	—	—	—	—	—	4	—	—	—	1	—	6	0,3	100	25
Sminthurides aquaticus		1	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	3	0,1	—	25
Onychiurus subarmatus		5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	0,3	100	17
Isotoma notabilis		4	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	0,2	—	17
Isotoma violacea		1	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	5	0,2	—	17
Ceratophysella denticulata		1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	2	0,1	—	17
Lepidocyrtus lignorum		—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	2	0,1	—	17
Entomobrya handschini		—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	2	0,1	—	17
Eosentomon pratense		—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	2	0,1	—	17
Sminthurides sp. juv.		—	—	—	—	—	—	—	60	—	—	—	—	60	2,8	500	8
Odontella pseudolamellifera		2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	0,1	—	8
Orchesella cincta		—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	8
Sminthurinus elegans		—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	8
Ex./100 cm²		464	171	50	164	108	79	137	157	151	293	181	183	2139	—	17 800	—

Tabelle 9. Sumpfwiese - synökologische Verhältnisse am 12. IX. 1968

Collembolen-Art / Probe No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	S.	D	C
Sminthurinus aureus	1	—	3	5	2	—	4	2	—	1	18	30,0	70
Sphaeridia sp. nov.	1	—	1	3	1	—	—	5	1	4	16	26,6	70
Isotomiella minor	2	5	—	—	3	2	—	1	—	2	15	25,0	60
Isotoma anglicana	1	2	—	—	1	—	—	—	1	—	5	8,3	40
Folsomia quadrioculata	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	2	3,3	10
Isotoma sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	3,3	10
Anurida brunsvigiensis	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1,6	10
Megalothorax minimus	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1,6	10
sonstige Gruppen:													
Oribatei	68	69	52	62	73	38	22	13	31	20	448	—	—
sonstige Acarina	38	52	27	78	25	21	31	5	30	33	340	—	—
Dryops rudolfi	—	—	—	—	2j	—	—	—	—	—	2	—	—
Agriotes brevis	—	1j	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
sonstige Coleoptera	—	—	—	—	—	—	1j	1j	—	—	2	—	—
Diptera	—	—	1j	1j	2j	2j	1j	3j	—	—	10	—	—
Arachnida	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—

Micranurida hygrophila - *Sphaeridia* sp. n. - *Sminthurinus aureus* - *Arrhopalites ulehlovae* - *Mesaphorura hygrophila*.

Die Apterygotengemeinschaft ist auf der Sumpfwiese beträchtlich unstabil und davon abhängig, ob die Wiese im Sommer überschwemmt oder trocken war. Im ersten Untersuchungsjahr mit der Sommerüberschwemmung sind in der Apterygotengemeinschaft einige charakteristische Arten nur mit niedriger Abundanz und Konstanz vertreten, andere Arten sind aber häufiger in dem Jahr mit der Sommerüberschwemmung (z. B. *Sphaeridia* sp. n.). Eine Reihe Arten hat auf der Sumpfwiese nur ein jahreszeitliches Vorkommen. Solche Arten wurden in hoher Abundanz nur in einer oder zwei Probenentnahmen festgestellt (*Sphaeridia pumilis*, u.a.).

Die höchste Abundanz und Dominanz haben hier die euryöken Arten *Isotomiella minor* und *Folsomia quadrioculata*. Die erste erreicht auf der Sumpfwiese ihre höchste Abundanz vor der Sommerüberschwemmung - 28 300 Ex./m². Die Überschwemmung reduziert diese Zahl um 98 %. Im September erreicht sie aber schon wieder eine Abundanz von 4 500 Ex./m². Zu diesem Zeitpunkt befinden sich in der Population nur juvenile Exemplare, was uns sagt, dass die Eier die Sommerüberschwemmung am besten überdauern. Im Jahre mit der Frühlingsüberschwemmung erreicht *Isotomiella minor* das Abundanzmaximum während des Sommers (5 100 Ex./m²), im Herbst und im Winter ist ihre Abundanz sehr niedrig (Tab. 8, Abb. 22).

Auch *Folsomia quadrioculata* erreicht im ersten Untersuchungsjahr ihr Abundanzmaximum vor der Sommerüberschwemmung (9 900 Ex./m²). Die Sommerüberschwemmung hat einen katastrophalen Einfluss auf diese hemiedaphische Collembolenart, denn nach dem Trockenfallen ist hier die ganze Population von *Folsomia*

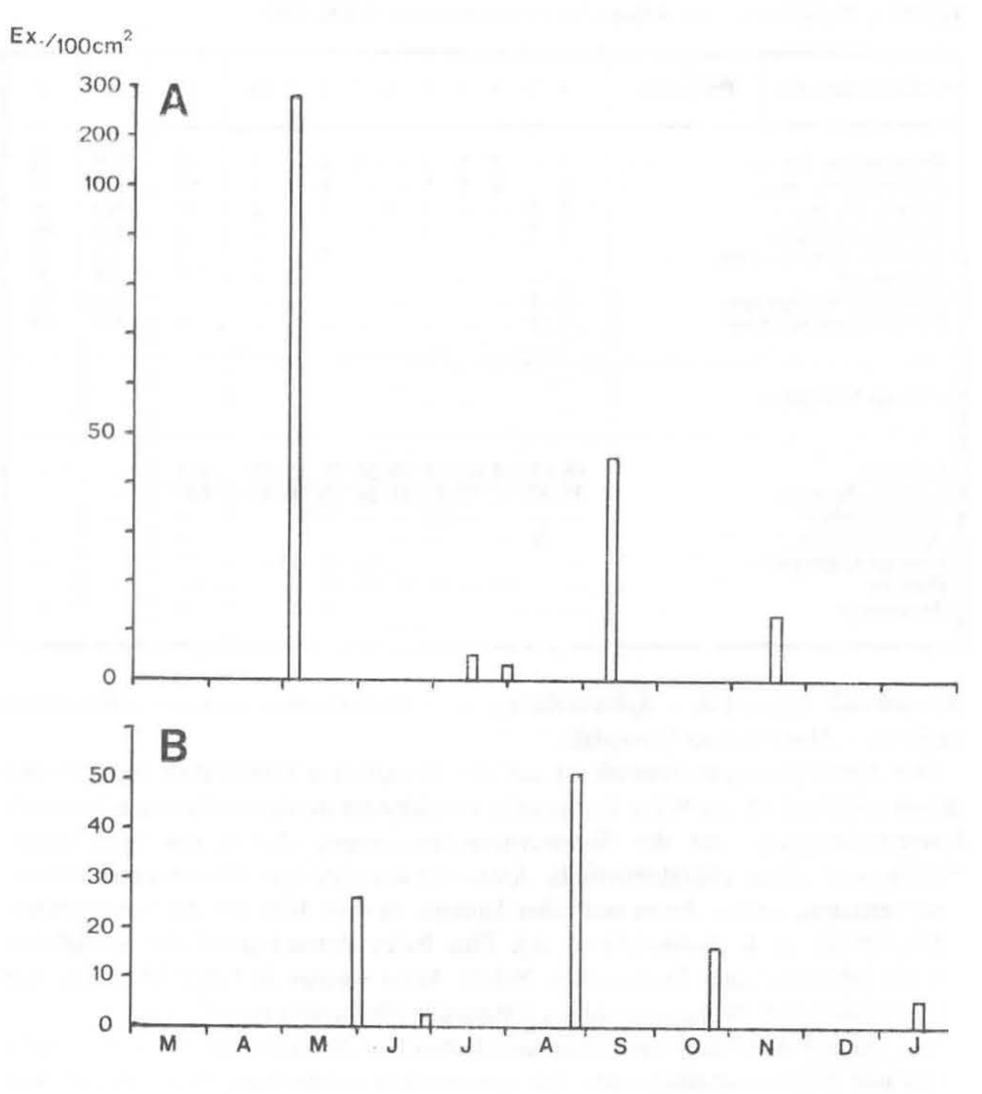


Abb. 22. *Isotomiella minor* - Abundanzverlauf auf der Sumpfwiese in den Jahren 1968 (A) und 1969–70 (B).

quadrioculata ausgerottet. Nach der Sommerüberschwemmung zeigen sich hier die ersten Individuen erst im September. Es handelt sich um adulte Exemplare, und man kann voraussetzen, dass es sich um Immigrante von den benachbarten, höher liegenden Wiesen handelt. In dem nächsten Jahr mit der Frühlingsüberschwemmung ist *F. quadrioculata* auf der Sumpfwiese im Sommer in sehr niedriger Abundanz, und erst im Herbst erreicht sie das Abundanzmaximum (11 900 Ex./m²) und bleibt hier in hoher Abundanz auch im Winter (Abb. 23). Das Jahr mit der Frühlings-

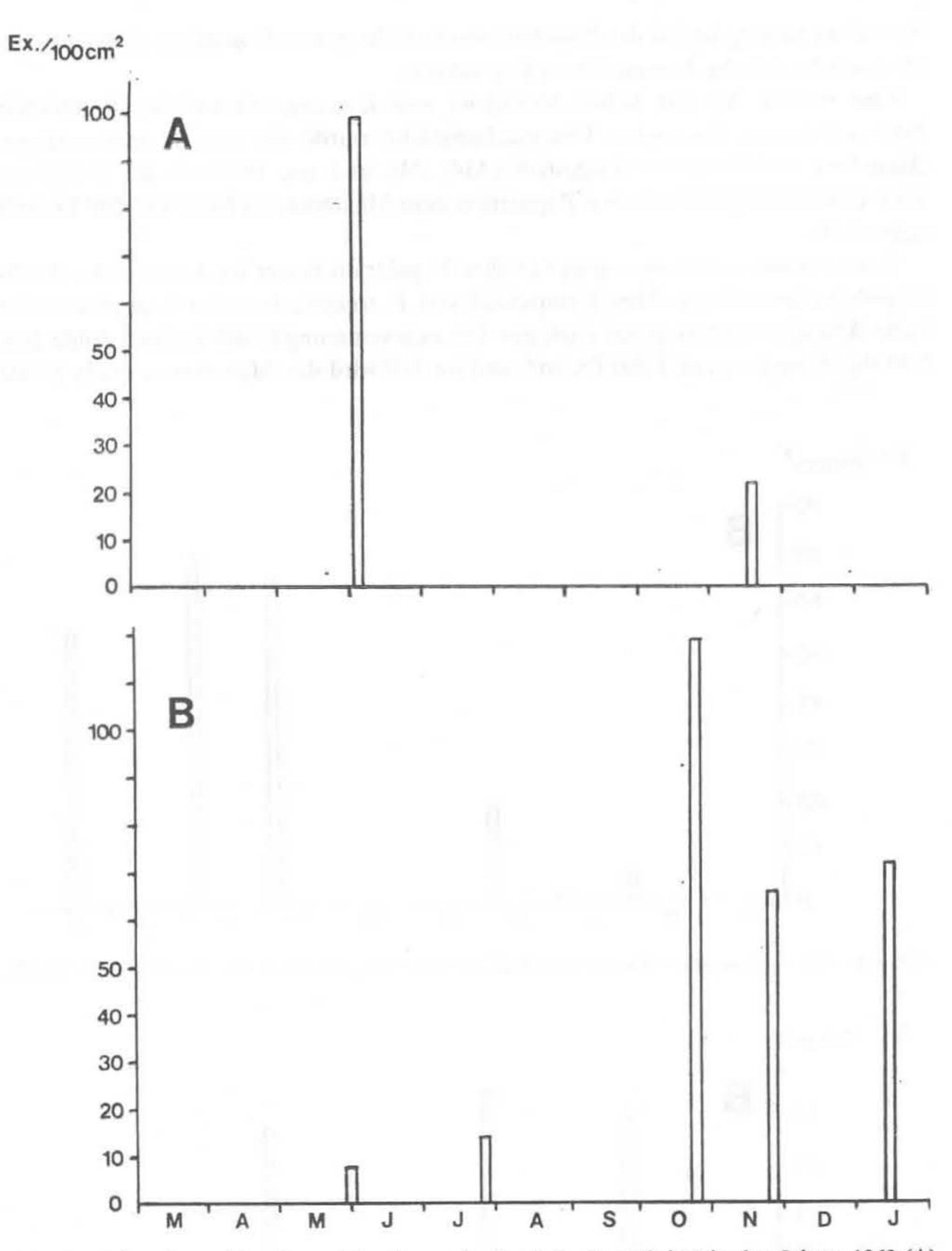


Abb. 23. *Folsomia quadrioculata* - Abundanzverlauf auf der Sumpfwiese in den Jahren 1968 (A) und 1969—70 (B).

überschwemmung ist für die Populationsentwicklung von *F. quadrioculata* günstiger als das Jahr mit der Sommerüberschwemmung.

Eine weitere Art mit hoher Abundanz und Konstanz ist auf der Sumpfwiese *Friesea truncata*. Im ersten Untersuchungsjahr wurde sie hier in sehr niedriger Abundanz und Konstanz festgestellt (Abb. 24), und erst 1969 mit der Frühlingsüberschwemmung hat sich ihre Population zum Maximum im Herbst (7 200 Ex./m^2) entwickelt.

Auch *Isotoma anglicana* entwickelt ihre Population besser im Jahr mit der Frühlingsüberschwemmung. Zum Unterschied von *F. truncata* hat aber *I. anglicana* eine hohe Abundanz schon gleich nach der Überschwemmung (5 000 Ex./m^2), Ende Juni fällt die Abundanz auf 1 200 Ex./m^2, und im Juli wird das Maximum erreicht (5 600

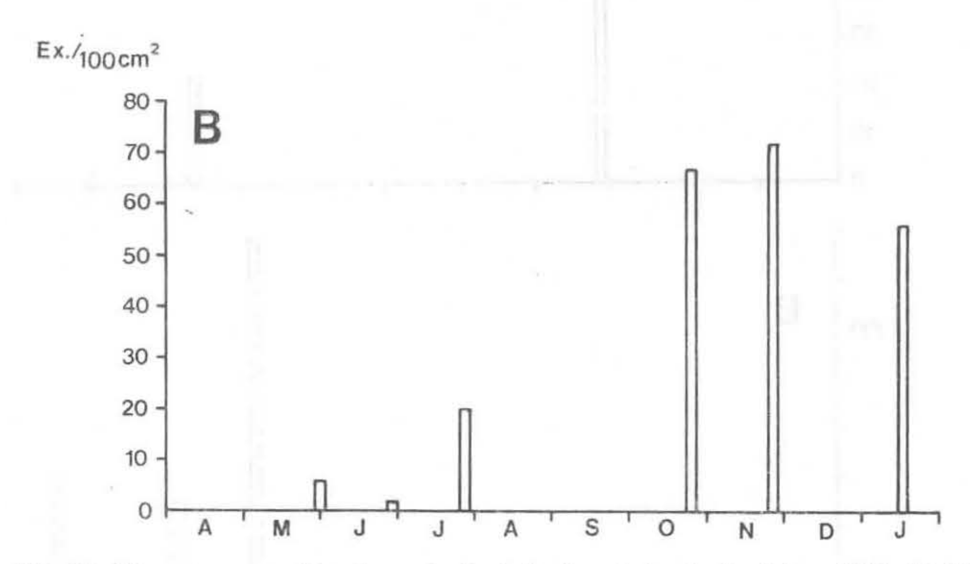


Abb. 24. *Friesea truncata* - Abundanzverlauf auf der Sumpfwiese in den Jahren 1969–70 (B).

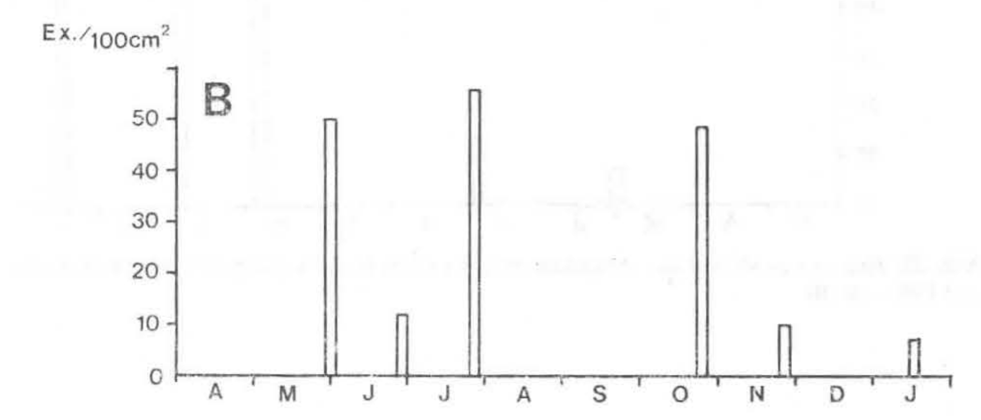


Abb. 25. *Isotoma anglicana* - Abundanzverlauf auf der Sumpfwiese in den Jahren 1969–70 (B).

Ex./m²). Noch Ende Oktober wurde hier eine hohe Abundanz von *I. anglicana* festgestellt, im Winter ist ihre Abundanz aber niedrig (Abb. 25).

Sphaeridia sp. n. ist eine Art, die auf der Sumpfwiese regelmässig nur im Jahre mit der Sommerüberschwemmung vorkam. Sie erreicht etwas höhere Abundanz nur Ende Frühling, Anfang des Sommers und im Herbst (1 100–2 900 Ex./m²), im Sommer ist ihre Abundanz niedrig (Tab. 8).

Die letzte Art, die hier höhere Abundanzwerte erreicht, ist *Sminthurinus aureus*. Auch diese Art entwickelt sich auf der Sumpfwiese besser im Jahr mit der Sommerüberschwemmung (Tab. 8). Nach dem Trockenfallen der Lokalität steigt die Abundanz dieser Art auf 14 500 Ex./m² im Juni. Nach dem Minimum im August steigt die Abundanz im September wieder etwas, aber Ende September sinkt sie wieder auf 2 000 Ex./m², und im Herbst wurde sie in den Bodenproben nicht mehr festgestellt (Tab. 8).

Aus der Analyse der Populationsdynamik der dominanten Collembolenarten ersehen wir, dass die Überschwemmungen den entscheidenden Einfluss auf den Abundanzverlauf der einzelnen Arten haben. Fast auf alle Arten wirkt die Sommerüberschwemmung sehr schädlich. Nur *Isotomiella minor* kann noch in demselben Jahr nach der Überschwemmung ihre Abundanz genügend erhöhen, denn ihre Eiern können die Überschwemmung überdauern. Weitere Gruppen von Arten [*Friesea truncata, Isotoma anglicana, Mesaphorura hygrophila* (Abb. 26)] erreichen höhere

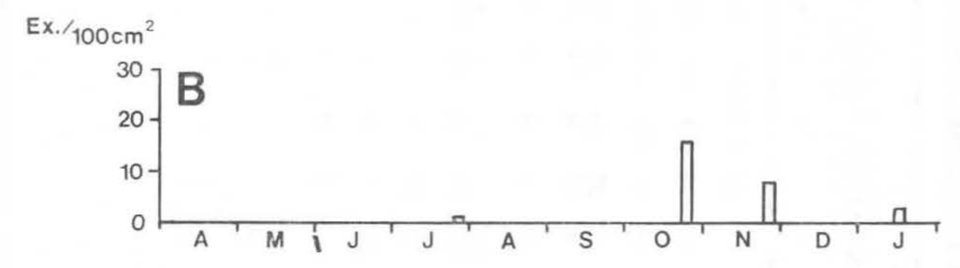


Abb. 26. *Mesaphorura hygrophila* - Abundanzverlauf auf der Sumpfwiese in den Jahren 1969–70 (B).

Abundanzwerte nur im Jahre mit der Frühlingsüberschwemmung. *Sphaeridia* sp. n. und *Sminthurinus aureus* gehören zu den Arten, die auf der Sumpfwiese die besten Bedingungen zu ihrer Entwicklung im Jahre mit der Sommerüberschwemmung haben.

5.2.2. Feuchte Wiese mit *Gratiola officinalis-Carex praecox-suzae*

In den Bodenproben von der feuchten Wiese wurden 30 Collembolen-Arten festgestellt (Tab. 10 und 11). Die Vertreter der Ordnungen Protura und Diplura fehlen hier. In der Tabelle 11 sind die Collembolen aus der Serie von 10 Bodenproben à 10 cm², die am 12. IX. 1968 genommen wurden, angeführt. Aus dieser Tabelle kann

Tabelle 10. Feuchte Wiese - Abundanzwerte der Apterygota (Ex./100 cm²) in einzelnen Proben, D-Werte, ⌀ A/m² und C_r-Werte

Datum der Probenentnahmen	1968									1960								S	D	⌀ A/m²	C_r
	5. 6.	18. 6.	3. 7.	17. 7.	30. 7.	14. 8.	12. 9.	25. 9.	19. 11.	3. 4.	29. 4.	31. 5.	29. 6.	27. 7.	30. 8.	22. 10.	26. 11.				
Probe No. (Abb. 49–52)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17				
Folsomia quadrioculata	1340	70	64	142	185	75	110	122	158	58	69	426	481	338	396	371	412	4817	41,7	28300	100
Isotomiella minor	67	28	82	152	238	65	149	221	314	523	248	288	401	69	73	61	407	3386	29,3	19900	100
Onychiurus armatus + subarmatus	196	8	6	47	48	23	18	101	110	231	26	88	73	10	33	67	109	1194	10,3	7000	100
Friesea truncata	8	—	4	1	8	4	27	30	28	13	15	192	84	42	56	38	45	585	5,1	3400	94
Mesaphorura krausbaueri	6	—	2	3	8	8	11	6	4	20	9	42	13	5	14	12	46	209	1,8	1200	94
Sminthurinus aureus	3	28	2	—	4	26	3	5	2	3	106	20	15	1	33	7	—	257	2,2	1500	88
Isotoma anglicana	13	—	48	48	22	227	—	—	—	4	99	14	6	1	10	8	7	507	4,4	3000	76
Anurida brunsvigiensis	—	10	—	—	5	47	14	8	41	99	34	40	8	—	3	7	17	333	2,9	1900	76
Sphaeridia pumilis	—	4	4	—	12	7	17	5	—	—	—	12	9	—	2	—	—	72	0,6	400	53
Arrhopalites ulehlovae	—	—	—	5	3	5	5	8	—	—	10	—	6	—	1	—	—	43	0,4	300	47
Neanura tetrophthalma	—	—	—	—	—	—	1	2	3	—	—	2	2	—	—	1	1	12	0,1	100	41
Bourletiella lutea	—	—	—	—	6	—	—	—	16	—	8	—	3	—	—	—	—	33	0,3	200	23
Sminthurus nigromaculatus	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	1	6	—	—	23
Isotoma notabilis	—	2	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	5	—	—	23
Lepidocyrtus lignorum	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	4	—	—	23
Heterosminthurus novemlineatus	1	24	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	0,2	200	18
Anurida tullbergi	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	5	4	—	—	—	—	—	13	0,1	100	18
Orchesella cincta	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	3	—	—	18
Arrhopalites terricola	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	5	—	—	12

Tabelle 10. (Fortsetzung)

Datum der Probenentnahmen	1968									1960								S	D	∅ A/m²	C_r
	5. 6.	18. 6.	3. 7.	17. 7.	30. 7.	14. 8.	12. 9.	25. 9.	19. 11.	3. 4.	29. 4.	31. 5.	29. 6.	27. 7.	30. 8.	22. 10.	26. 11.				
Probe No. (Abb. 49–52)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17				
Ceratophysella denticulata	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	4	—	—	12
Isotoma fennica	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	12
Xenylla brevicauda	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	12
Sphaeridia sp. nov.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	—	—	—	—	—	27	0,2	—	6
Mesaphorura hygrophila	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	6
Anurida ellipsoides	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	6
Cryptopygus bipunctatus	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	6
Pseudachorutes pratensis	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	6
Folsomia penicula	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	6
Ex./100 cm²	1637	182	214	401	544	491	357	508	677	953	657	1134	1102	466	623	562	1047	11555	—	68000	—

Tabelle 11. Feuchte Wiese - synökologische Verhältnisse am 25. IX. 1968

Collembolen-Art / Probe No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	S.	D	C
Isotomiella minor	28	39	21	21	26	25	12	8	10	31	221	43,5	100
Folsomia quadrioculata	14	5	18	11	15	3	1	7	18	30	122	24,0	100
Friesea truncata	5	3	1	2	4	2	3	4	3	3	30	5,9	100
Onychiurus armatus	24	12	10	21	4	13	—	—	2	15	101	19,9	80
Arrhopalites ulehlovae	2	1	1	2	—	—	1	1	—	—	8	1,6	60
Anurida brunsvigiensis	3	5	—	—	—	1	—	—	—	—	8	1,6	30
Sphaeridia pumilis	2	—	2	—	—	—	—	—	1	—	5	1,0	30
Sminthurinus aureus	2	—	—	—	2	1	—	—	—	—	5	1,0	30
Mesaphorura krausbaueri	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—	6	1,2	10
Neanura tetrophthalma	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	2	0,4	10
sonstige Gruppen:													
Oribatei	68	69	52	62	73	38	22	13	31	20	448	—	—
sonstige Acarina	38	52	27	78	25	21	31	5	30	33	340	—	—
Dryops rudolfi larv.	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	2	—	—
Agriotes brevis larv.	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
sonstige Coleoptera larv.	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	2	—	—
Diptera larv.	—	—	1	1	2	2	1	3	—	—	10	—	—
Arachnida	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—

man ableiten, dass die genommenen 10 Bodenproben gut die elementaren synökologischen Parameter der Collembolengemeinschaft charakterisieren. In diesen Bodenproben wurden 16 Collembolen-Arten festgestellt, die eine Abundanz von 48 700 Ex./m^2 erreichen.

Die Arten *Isotomiella minor* und *Folsomia quadrioculata* erreichen in dieser Serie eine 100 %ige Konstanz. Eukonstant sind hier weiter die Arten *Sphaeridia pumilis* ($C = 90$) und *Onychiurus armatus* + *subarmatus* ($C = 80$) (*Onychiurus armatus* und *O. subarmatus* sind hier quantitativ nicht getrennt, weil man die juvenilen Exemplare voneinander nicht trennen kann). Die Arten *Friesea truncata* ($C = 70$) und *Arrhopalites ulehlovae* ($C = 60$) gehören hier zu den konstanten Arten. Weitere drei waren akzessorische Arten, und 6 Arten waren hier akzidentell (Tab. 11). In den Bodenproben dominierten *Isotomiella minor* ($D = 34{,}7$), *Onychiurus armatus* + *subarmatus* ($D = 27{,}3$) und *Folsomia quadrioculata* ($D = 21{,}0$).

Alle Arten mit $C \geqq 50$, die in der Probenserie vom 12. IX. 1968 festgestellt wurden, gehören zu den eukonstanten und konstanten Arten der Collembolengemeinschaft der feuchten Wiese während der ganzen Untersuchungsperiode (Tab. 10), nur *Arrhopalites ulehlovae* hat den Konstanzwert etwas niedriger ($C_r = 47$). Umgekehrt haben einige akzessorische oder akzidentelle Arten der Probenserie vom 12. IX. 1968 aber während der beiden Untersuchungsjahre hohe Konstanzwerte gehabt (*Mesaphorura krausbaueri, Sminthurinus aureus*).

Aus der Tabelle 10 wird die charakteristische Artkombination der Collembolengemeinschaft der feuchten Wiese abgeleitet: *Folsomia quadrioculata* - *Isotomiella minor* -

Onychiurus armatus + *subarmatus* - *Friesea truncata* - *Mesaphorura krausbaueri* - *Sminthurinus aureus* - *Isotoma anglicana* - *Anurida brunsvigiensis* - *Sphaeridia pumilis* (- *Arrhopalites ulehlovae* im Jahre mit der Sommerüberschwemmung). Diese Collembolengemeinschaft ist sehr stabil und ihre Zusammensetzung wird durch die Überschwemmungen nur wenig beeinflusst (s. *Arrhopalites ulehlovae*). Nach der Frühlingsüberschwemmung wurde hier in einer Probenentnahme *Sphaeridia* sp. n. in hoher Abundanz festgestellt. Es handelt sich aber um eine charakteristische Art der Collembolengemeinschaft der Sumpfwiese, die auf die feuchte Wiese sehr wahrscheinlich mit dem Hochwasser eingeschleppt wurde.

Die höchste Abundanz und Dominanz haben in dieser Gemeinschaft die euryöken Arten *Folsomia quadrioculata* und *Isotomiella minor*. Die erste Art erreicht hier die höchste Abundanz knapp vor der Sommerüberschwemmung (134 000 Ex./m^2). Die Überschwemmung reduziert die Abundanz um 95 % auf den Wert 7 000 Ex./m^2. Die Abundanz erhöht sich aber schnell nach weiterer schwacher Reduktion Anfang Juli, und Ende Juli erreicht sie 18 500 Ex./m^2 (Abb. 27). Im August kommt es zur Erniederung der Abundanz, aber im Herbst steigt sie wieder zum Wert 15 800 Ex./m^2. Im Frühling 1969 wurde hier die niedrigste Abundanz dieser Collembolen-Art festgestellt - 5 800 Ex./m^2. Nach der Frühlingsüberschwemmung kommt es aber zu einer plötzlicher Erhöhung der Abundanz auf den Wert 48 100 Ex./m^2. Das Sommerminimum ist nicht so niedrig wie im Jahre mit der Sommerüberschwemmung (Abb. 27).

Die zweite dominante Art *Isotomiella minor* reagiert auf die Sommerüberschwemmung und in der nachfolgenden Periode ähnlich wie *Folsomia quadrioculata*, nur die absolute Abundanzwerte sind unterschiedlich (Abb. 28). Vor der Sommerüberschwemmung erreichte die Abundanz dieser Art nur 6 700 Ex./m^2, und gleich nach der Überschwemmung wurde hier nur 2 800 Ex./m^2 festgestellt. Die Sommerüberschwemmung hat also eine 58 %ige Abundanzreduktion hervorgerufen. Auf die Frühlingsüberschwemmung hat aber *Isotomiella minor* ganz anders reagiert als *F. quadrioculata*. Die Frühlingsüberschwemmung hat die Abundanz von *F. quadrioculata* günstig beeinflusst, bei *I. minor* wurde die Abundanz aber um 53 % reduziert. Nach dem Trockenfallen der Lokalität kam es wieder zu einer Erhöhung der Abundanz von *I. minor* (Abb. 28), aber vom Juli bis Oktober war diese Art in tiefer Abundanzdepression, denn die Abundanz erreichte nur die Werte von 6 100 bis 7 300 Ex./m^2. Auch in dieser Zeitperiode hat der Abundanzverlauf eine ganz umgekehrte Tendenz im Vergleich zu *F. quadrioculata* gehabt.

Weitere zwei Arten, die auf der feuchten Wiese eine hohe Abundanz hatten, sind *Onychiurus armatus* und *Onychiurus subarmatus*. Bei diesem Artkomplex wurde dieselbe Reaktion auf die Überschwemmungen und die gleiche Abundanzentwicklung nach den Überschwemmungen festgestellt wie bei *I. minor* (Abb. 29). Die Sommerüberschwemmung reduziert ihre Abundanz um 96 %, die Frühlingsüberschwemmung um 89 %.

Bei *Friesea truncata* wurde 1968 nur eine niedrige Abundanz festgestellt, deshalb kann der Einfluss der Sommerüberschwemmung bei dieser Art nicht ausgewertet

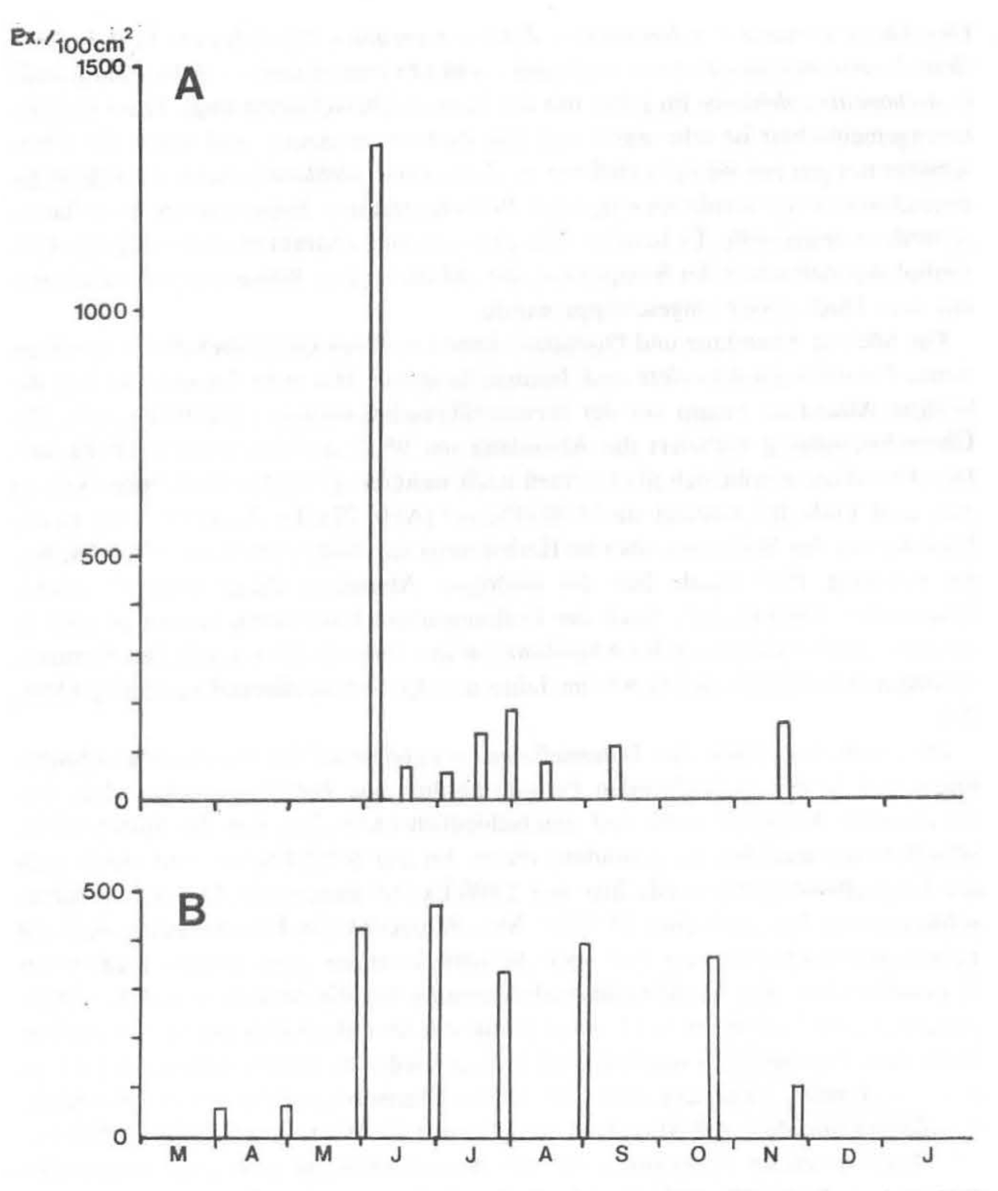


Abb. 27. *Folsomia quadrioculata* - Abundanzverlauf auf der feuchten Wiese in den Jahren 1968 (A) und 1969 (B).

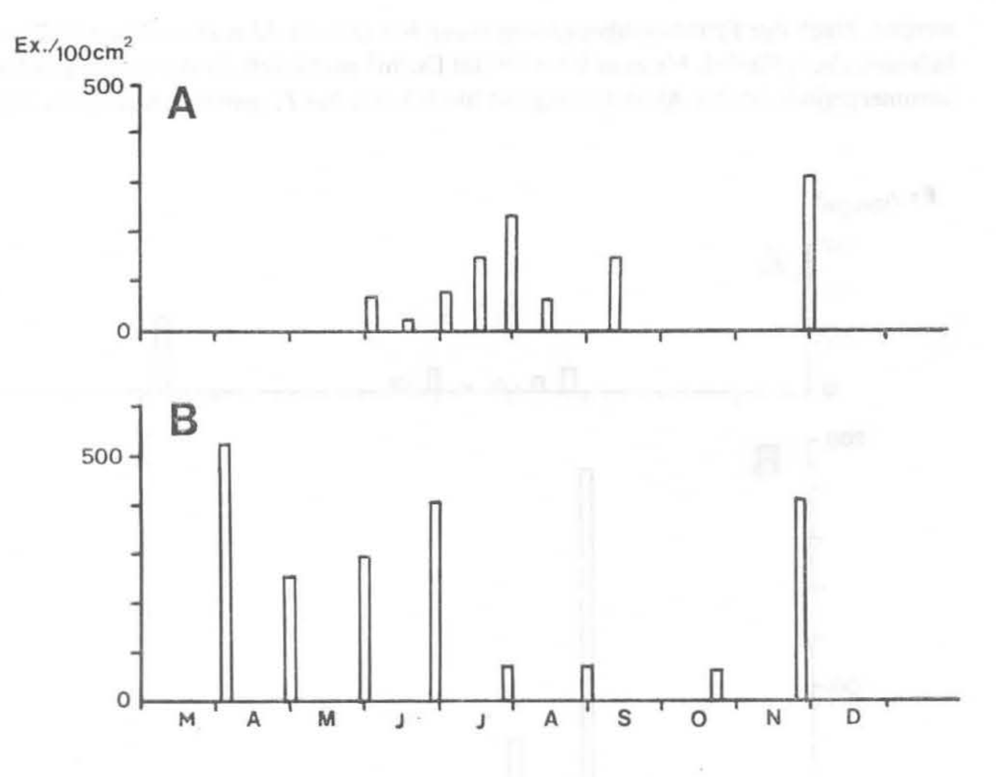


Abb. 28. *Isotomiella minor* - Abundanzverlauf auf der feuchten Wiese in den Jahren 1968 (A) und 1969 (B).

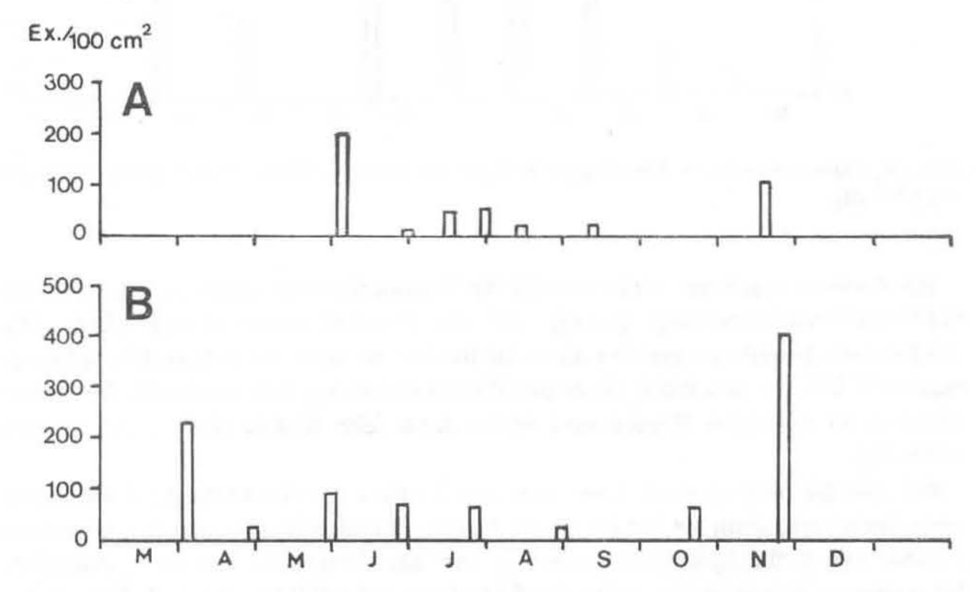


Abb. 29. *Onychiurus armatus* + *subarmatus* - Abundanzverlauf auf der feuchten Wiese in den Jahren 1968 (A) und 1969 (B).

werden. Nach der Frühlingsüberschwemmung hat sich die Abundanz dieser Collembolenart aber plötzlich bis zum Wert 19 200 Ex./m² entwickelt, in der nachfolgenden Sommerperiode ist der Abundanzverlauf ähnlich wie bei *F. quadrioculata* (Abb. 30).

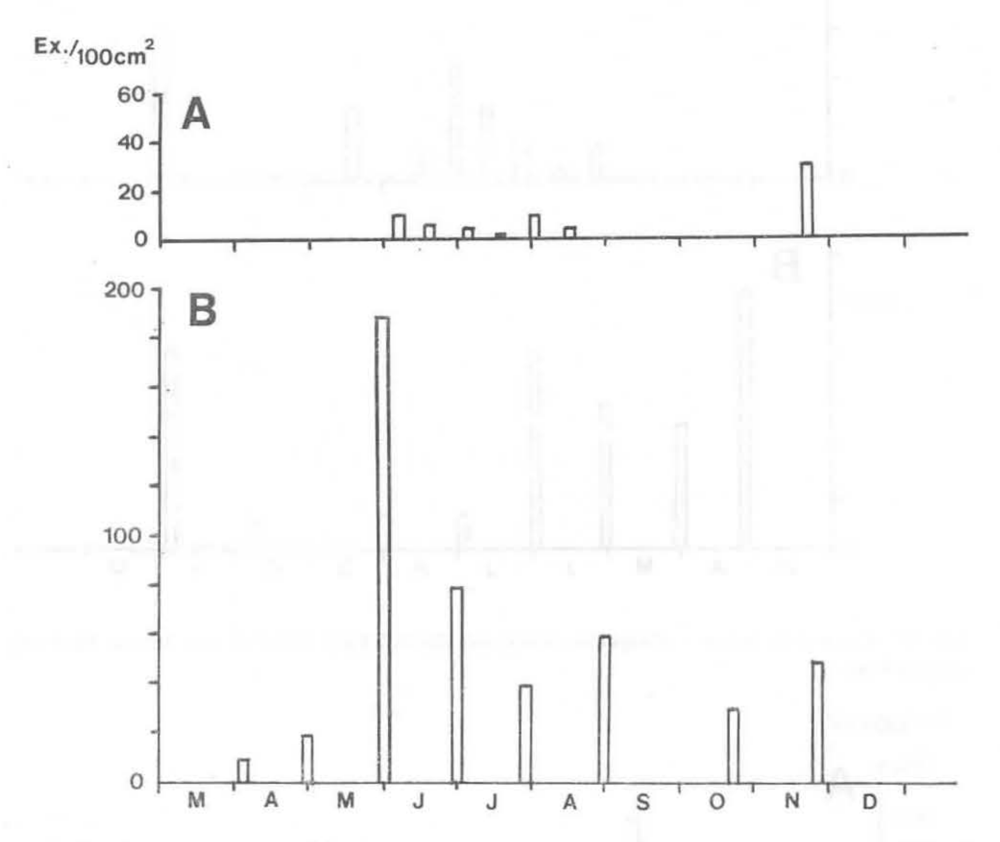


Abb. 30. *Friesea truncata* - Abundanzverlauf auf der feuchten Wiese in den Jahren 1968 (A) und 1969 (B).

Bei *Isotoma anglicana* wirkt sowohl die Sommerüberschwemmung als auch die Frühlingsüberschwemmung günstig auf die Populationsentwicklung (Abb. 31). Die höchste Abundanz erreichte diese Art im August nach der Sommerüberschwemmung - 22 700 Ex./m². Nach dieser plötzlichen Erhöhung fällt wieder die Abundanz plötzlich zu niedrigen Werten und bleibt dann sehr niedrig (100—1 000 Ex./m²) (Abb. 31).

Bei *Anurida brunsvigiensis* kann man den Einfluss der Sommerüberschwemmung nicht auswerten, denn sie hat im ersten Untersuchungsjahr eine niedrige Abundanz gehabt. Die Frühlingsüberschwemmung hat ihre Abundanz um 66 % reduziert. Im weiterem Zeitabschnitt steigt die Abundanz auf 4 000 Ex./m² und fällt wieder plötzlich auf sehr niedrige Werte (0—1 400 Ex./m²). Erst Ende Herbst steigt sie

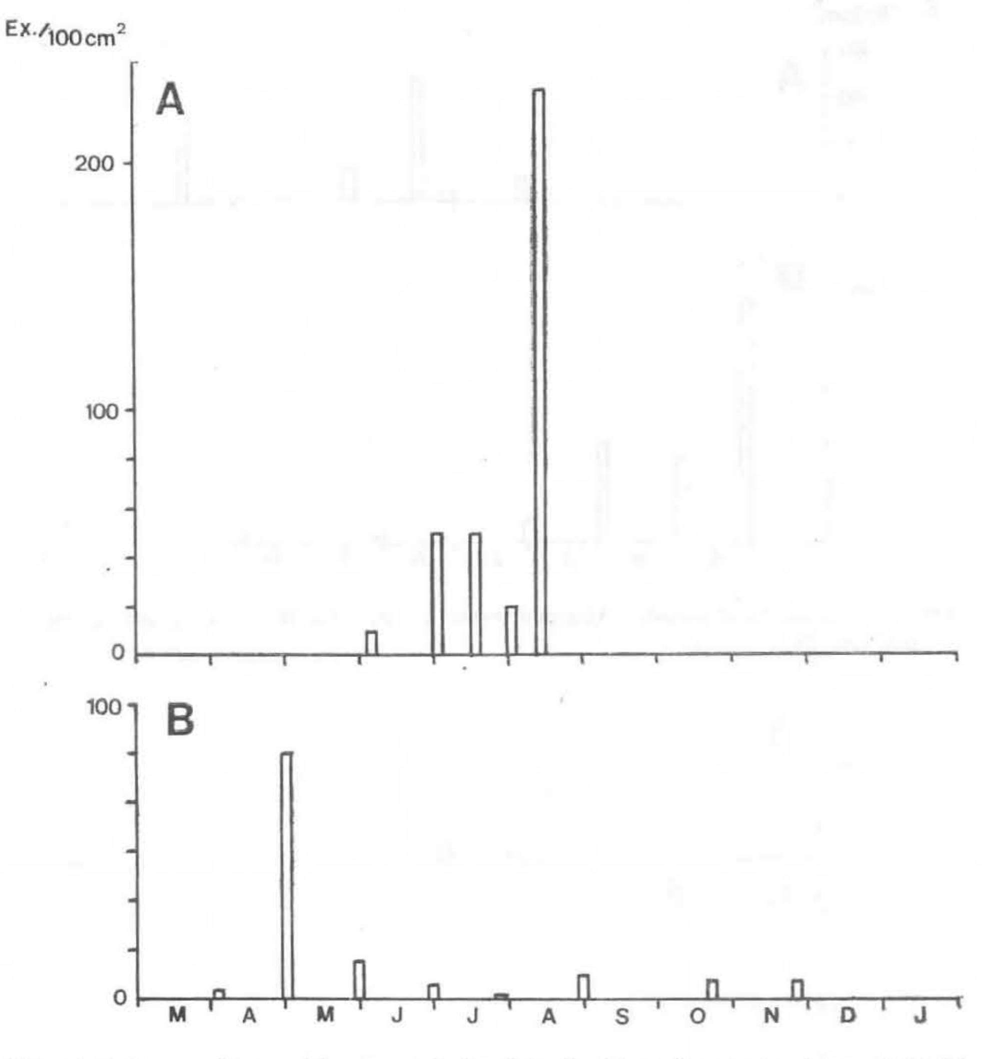


Abb. 31. *Isotoma anglicana* - Abundanzverlauf auf der feuchten Wiese in den Jahren 1968 (A) und 1969 (B).

wieder (Abb. 32). Die höchste Abundanz wurde bei *A. brunsvigiensis* vor der Frühlingsüberschwemmung festgestellt (9 900 Ex./m²).

Bei der epigäischer Art *Sminthurinus aureus* kommt es sowohl nach der Frühlings- als auch nach der Sommerüberschwemmung zu einer Erhöhung der Abundanz. Der Abundanzverlauf und das Vorkommen der juvenilen und adulten Exemplare ermöglichte es bei dieser Art zwei Generationen festzustellen. Die erste Generation entwickelt sich gleich nach der Überschwemmung, die zweite fängt im August-September an (Abb. 33). Die höchste Abundanz wurde bei *S. aureus* unmittelbar nach der Frühlingsüberschwemmung festgestellt - 10 600 Ex./m².

Bei *Mesaphorura krausbaueri* ruft die Sommerüberschwemmung eine 100 %ige

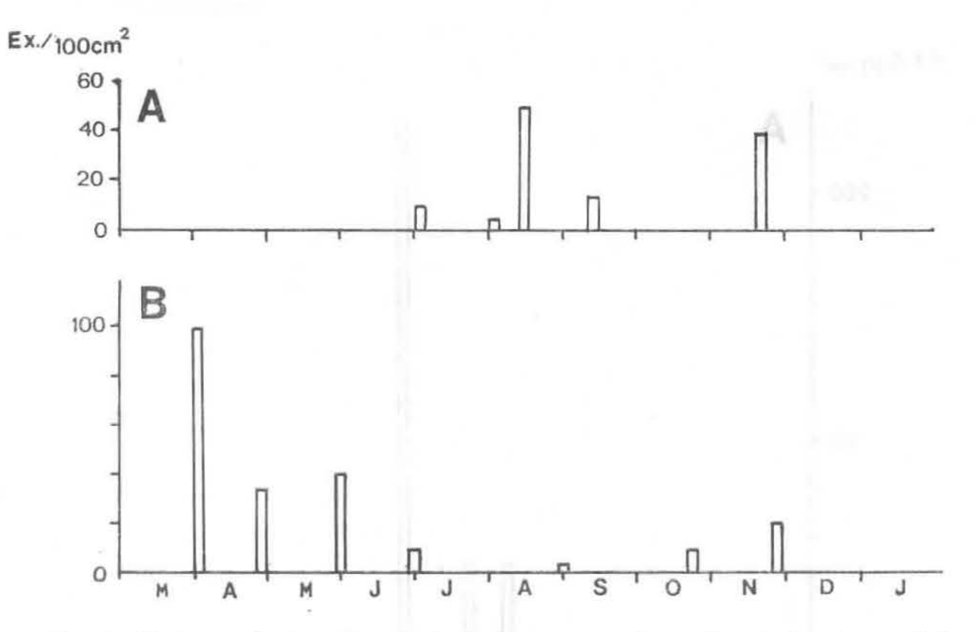


Abb. 32. *Anurida brunsvigiensis* - Abundanzverlauf auf der feuchten Wiese in den Jahren 1968 (A) und 1969 (B).

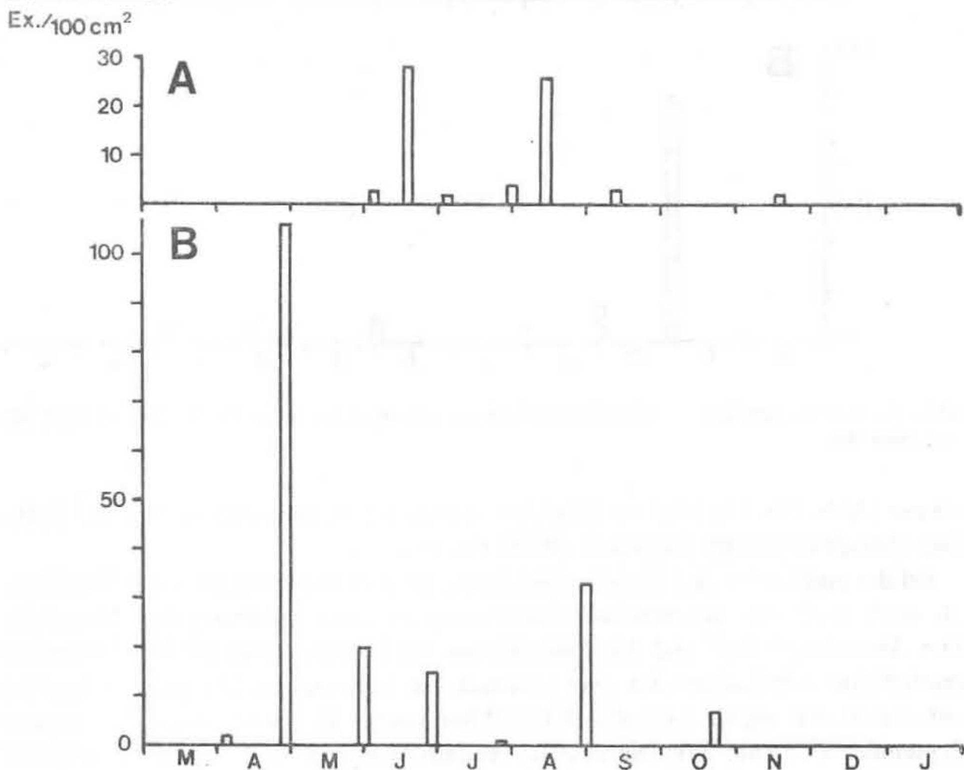


Abb. 33. *Sminthurinus aureus* - Abundanzverlauf auf der feuchten Wiese in den Jahren 1968 (A) und 1969 (B).

Reduktion der Abundanz hervor, die Frühlingsüberschwemmung reduziert sie nur um 55 %. In der nachfolgenden Periode nach der Frühlingsüberschwemmung entwickelt sich die Population dieser Art schnell und erreicht 3 200 Ex./m^2. Während des Sommers sinkt die Abundanz auf niedrige Werte und erst im Herbst erreicht sie wieder hohe Werte (Abb. 34).

Aus der Analyse der Populationsdynamik der dominanten Arten sehen wir, dass auch auf der feuchten Wiese die Überschwemmungen den Abundanzverlauf der

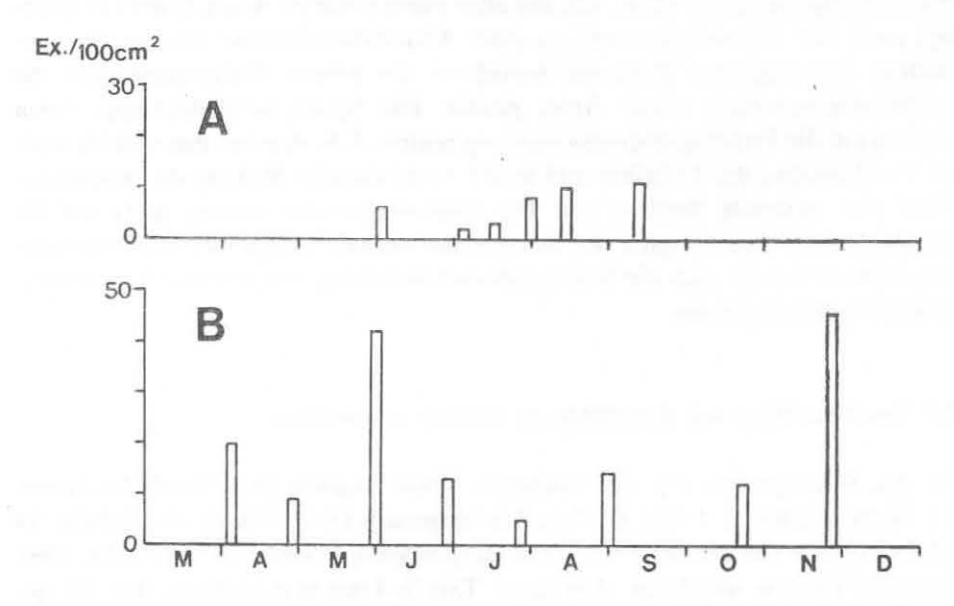


Abb. 34. *Mesaphorura krausbaueri* - Abundanzverlauf auf der feuchten Wiese in den Jahren 1968 (A) und 1969 (B).

Tabelle 12. Feuchte Wiese - Reaktion der euedaphischen (eued), hemiedaphischen (hemi) und epigäischen (epig) Arten in der ersten und zweiten (in Klammern) Probenentnahme nach der Überschwemmung. − Abundanzreduktion, + Abundanzerhöhung

		Sommerüberschwemmung	Frühlingsüberschwem.
eued	*Onychiurus armatus + subarmatus*	− (+)	− (+)
	Mesaphorura krausb.	− (+)	− (+)
	Isotomiella minor	− (+)	− (+)
	Anurida brunsvig.		− (+)
hemi	*Folsomia quadrioc.*	− (+)	+ (+)
	Friesea truncata	− (−)	+ (+)
epig	*Isotoma anglicana*	+ (+)	+ (−)
	Sminthurinus aureus	+ (−)	+ (−)

einzelnen Arten wesentlich beeinflussen. Bei einer Gruppe von Arten rufen die Überschwemmungen eine Abundanzreduktion hervor, die Sommerüberschwemmung wirkt auf sie negativer als die Frühlingsüberschwemmung. Bei anderen Arten hat der Abundanzverlauf nach der Überschwemmung eine steigende Tendenz. Wenn wir aber die analysierten Arten den Lebensformen nach in Gruppen einreihen (euedaphische, hemiedaphische und epigäische Arten) (Tab. 12), stellen wir fest, dass alle Vertreter einer bestimmten Gruppe auf die Überschwemmungen und in der nachfolgender Periode ähnlich reagieren (Tab. 12). Bei allen euedaphischen Arten kommt es unbedingt nach der Überschwemmung zu einer Abundanzreduktion, aber in dem unmittelbar nachfolgenden Zeitraum beeinflusst die höhere Bodenfeuchtigkeit die Populationsentwicklung dieser Arten positiv. Die beiden hemiedaphische Arten reagieren auf die Frühlingsüberschwemmung positiv, d. h. dass bei ihnen gleich nach dem Trockenfallen der Lokalität und in der nachfolgenden Periode der Abundanzverlauf eine steigende Tendenz hat. Die Sommerüberschwemmung wirkt auf die hemiedaphischen Arten negativ. Bei den epigäischen Arten hat sowohl die Frühlingsüberschwemmung als auch die Sommerüberschwemmung eine positive Populationsentwicklung hervorgerufen.

5.2.3. Trockene Wiese mit *Serratuleto-Festucetum commutatae*

In den Bodenproben von der trockenen Wiese wurden 39 Collembolen-Arten, zwei Protura-Arten und eine Diplura-Art festgestellt (Tab. 13). In der Tabelle 14 sind Apterygota aus der Serie von 10 Bodenproben à 10 cm^2, die am 12. IX. 1968 genommen wurden, angeführt. Aus dieser Tabelle kann man ableiten, dass die genommenen 10 Bodenproben gut die elementaren synökologischen Parameter der Apterygotengemeinschaft charakterisieren.

In diesen 10 Bodenproben wurden 21 Arten der Apterygota festgestellt, die eine Abundanz von 51 900 Ex./m^2 erreichen. Die Art *Isotomiella minor* erreicht hier 100 %ige Konstanz. Eukonstant sind hier weiter *Onychiurus tetragrammatus serbicus* ($C = 90$), *Folsomia quadrioculata* ($C = 90$) und *Orchesella cincta* ($C = 90$). Zu den konstanten Arten gehören hier *Mesaphorura krausbaueri* ($C = 70$), *Isotoma notabilis* ($C = 60$), *Lepidocyrtus lignorum* ($C = 60$), *Sphaeridia pumilis* ($C = 50$), *Xenylla brevicauda* ($C = 50$), *Megalothorax minimus* ($C = 50$) und *Lepidocyrtus paradoxus* ($C = 50$). Weitere 4 Arten waren hier akzessorisch und 5 Arten waren akzidentell. In den Bodenproben dominierten *Onychiurus tetragrammatus serbicus* ($D = 31{,}6$), *Isotoma notabilis* ($D = 20$) und *Isotomiella minor* ($D = 17{,}9$).

Alle Arten mit $C \geqq 50$, die in der Probenserie vom 12. IX. 1968 festgestellt wurden, gehören auch zu den eukonstanten und konstanten Arten der Apterygotengemeinschaft der trockenen Wiese während der ganzen Untersuchungsperiode (Tab. 13). Eine ganze Reihe von Arten, die in dieser Probenserie nur als akzessorische und akzidentelle Arten festgestellt wurden oder die sogar in den Proben nicht vorkamen, gehört aber zu den konstanten Arten der Apterygotengemeinschaft der trockenen

Tabelle 13. Trockene Wiese - Abundanzwerte der Apterygota (Ex./100 cm²) in einzelnen Probenentnahmen, D-Werte, ∅ A/m² und C_r-Werte

Art	1968									1960								1970	S	D	∅ A/m²	C_r
Datum der Probenentnahmen	5. 6.	18. 6.	3. 7.	17. 7.	30. 7.	14. 8.	12. 9.	25. 9.	19. 11.	3. 4.	29. 4.	31. 5.	29. 6.	27. 7.	30. 8.	22. 10.	26. 11.	15. 1.				
Probe No. (Abb. 49–52)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				
Isotomiella minor	267	466	170	218	198	296	126	137	63	223	356	210	168	33	18	34	56	12	3051	24,3	16900	100
Folsomia quadrioculata	754	196	154	74	170	98	51	25	34	122	100	226	170	55	85	114	42	43	2513	20,0	14000	100
Onychiurus tetragrammatus serbicus	90	316	176	68	74	62	147	178	123	87	165	166	130	28	37	106	67	67	2087	16,6	11600	100
Xenylla brevicauda	29	18	10	2	12	16	15	5	1	4	7	16	32	34	73	289	120	84	767	6,1	4300	100
Isotoma notabilis	—	238	96	102	32	72	114	141	29	65	91	382	209	57	39	76	62	47	1852	14,8	10300	94
Mesaphorura krausbaueri	4	6	34	—	2	20	28	14	1	30	108	50	13	10	11	71	53	68	523	4,2	2900	94
Brachystomella parvula	35	32	2	2	—	4	1	2	3	16	7	54	15	2	9	7	1	1	193	1,5	1100	94
Eosentomon pratense	—	12	2	2	12	8	1	16	11	23	28	6	5	5	7	15	4	10	167	1,3	900	94
Sminthurinus bimaculatus	2	8	2	5	8	32	4	5	1	4	30	56	12	4	6	—	—	4	183	1,5	1000	89
Lepidocyrtus lignorum	35	14	18	—	—	4	11	13	8	9	4	16	1	3	3	21	10	4	174	1,4	1000	89
Lepidocyrtus paradoxus	37	6	4	—	—	6	3	10	3	1	5	4	5	2	8	11	10	6	121	1,0	700	89
Pratanurida cassagnaui	5	8	2	—	2	8	11	4	2	6	2	16	7	2	1	5	—	3	84	0,7	500	89
Orchesella cincta	22	50	—	6	46	16	26	31	3	1	—	—	10	12	12	29	10	3	279	2,2	1500	83
Friesea truncata	—	4	—	—	2	6	4	1	2	5	16	22	11	9	1	3	7	5	98	0,8	500	83
Isotomodes productus	—	2	2	—	—	6	11	3	4	1	16	12	5	9	10	—	2	—	83	0,7	500	72
Campodea chionea	—	4	—	4	—	2	3	11	2	8	8	4	6	1	7	—	2	—	62	0,5	300	72
Megalothorax minimus	—	10	—	2	—	12	2	3	—	1	—	24	6	—	3	4	2	3	72	0,6	400	67
Sphaeridia pumilis	—	2	—	—	36	8	16	6	—	—	5	30	8	—	1	—	1	—	113	0,9	600	55
Lipothrix lubbocki	2	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	3	1	4	1	—	—	12	0,1	100	33
Sminthurinus aureus	—	—	5	—	1	2	—	2	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	12	0,1	100	28
Lepidocyrtus violaceus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	6	2	1	2	—	12	0,1	100	28
Pseudachorutes pratensis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	2	—	2	—	1	1	7	0,1	—	28
Isotoma anglicana	21	—	2	—	2	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	0,2	100	22
Sminthurus viridis	—	—	—	—	4	—	—	1	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	7	0,1	—	17
Ceratophysella succinea	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	1	2	6	—	—	17
Micranurida candida	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	2	—	1	—	—	—	5	—	—	17
Proisotoma minima	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1	1	4	—	—	17
Neanura muscorum	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	2	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	11
Isotomurus palustris	3	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	11

Tabelle 13 (Fortsetzung)

Art	Datum der Probenentnahmen	1968									1960								1970	S	D	Ø A/m²	C_r
		5. 6.	18. 6.	3. 7.	17. 7.	30. 7.	14. 8.	12. 9.	25. 9.	19. 11.	3. 4.	29. 4.	31. 5.	29. 6.	27. 7.	30. 8.	22. 10.	26. 11.	15. 1.				
	Probe No. (Abb. 49–52)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				
Anurida brunsvigiensis		—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	2	—	—	11
Arrhopalites sp. juv.		—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	2	—	—	11
Onychiurus tricampatus		—	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	—	—	5
Onychiurus latus		—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	5
Onychiurus armatus		—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	5
Onychiurus subarmatus		—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	5
Onychiurus cancellatus		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	5
Anurida ellipsoides		1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	5
Friesea (Polyacanthella) sp.		—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	5
Mesaphorura sylvatica		—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	5
Acerentomon sp. juv.		—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	5
Arrhopalites ulehlovae		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	5
Tomocerus minutus		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	5
Ex./100 cm²		1308	1393	679	485	602	696	577	612	290	609	953	1298	822	273	342	789	455	364	12547	—	69700	—

Tabelle 14. Trockene Wiese - synökologische Verhältnisse am 12. IX. 1968

Apterygota-Art	Probe No. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	S.	D	C
Isotomiella minor	11	6	11	4	7	5	7	29	8	5	93	17,9	100
Onychiurus tetragrammatus s.	48	13	22	36	3	—	17	21	3	1	164	31,6	90
Folsomia quadrioculata	2	2	—	1	2	3	3	7	1	2	23	4,4	90
Orchesella cincta	3	—	1	2	2	1	1	2	4	1	17	3,2	90
Mesaphorura krausbaueri	18	3	1	1	—	4	2	6	—	—	35	6,7	70
Isotoma notabilis	2	9	11	30	35	17	—	—	—	—	104	20,0	60
Lepidocyrtus lignorum	1	2	2	1	1	—	—	—	—	2	9	1,7	60
Sphaeridia pumilis	4	5	1	2	—	—	—	—	1	—	13	2,5	50
Xenylla bravicauda	1	—	—	—	2	1	—	1	—	2	7	7,4	50
Megalothorax minimus	1	2	—	1	—	—	1	—	—	1	6	1,2	50
Lepidocyrtus paradoxus	—	—	1	1	—	1	1	—	—	1	5	1,0	50
Sminthurinus aureus	3	2	—	1	—	—	—	—	—	2	8	1,5	40
Campodea chionea	1	3	2	—	1	—	—	—	—	—	7	1,3	40
Eosentomon pratense	—	1	3	2	1	—	—	—	—	—	7	1,3	40
Sminthurinus bimaculatus	—	—	—	1	2	—	2	—	—	—	5	1,0	30
Pratanurida cassagnaui	—	—	—	—	1	—	—	2	—	—	3	0,6	20
Lepidocyrtus cyaneus	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	2	0,4	20
Isotomodes productus	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	4	0,8	10
Sminthurus sp. juv.	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	3	0,6	10
Sminthurinus sp. juv.	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	2	0,4	10
Brachystomella parvula	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	0,2	10
Lipothrix lubbocki	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	0,2	10
sonstige Gruppen:													
Oribatei	22	19	36	32	44	27	6	24	26	50	286	—	—
sonstige Acarina	23	15	18	20	15	24	19	23	25	35	217	—	—
Agriotes brevis	—	—	1j	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
Diptera	2	1	1	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—
Hymenoptera	—	—	—	—	—	—	—	1	4	—	5	—	—
Heteroptera	—	1	—	1	1	—	—	—	1	1	5	—	—
Homoptera	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—
Thysanoptera	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	2	—	—
Symphyla	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	2	—	—
Arachnida	—	—	—	1	1	1	—	1	—	1	5	—	—

Wiese, da sie in der ganzen Untersuchungsperiode mit $C_r \geqq 50$ % festgestellt wurden (Tab. 13).

Aus der Tabelle 13 wird die charakteristische Artkombination der Apterygotengemeinschaft der trockenen Wiese abgeleitet: *Isotomiella minor* - *Folsomia quadrioculata* - *Onychiurus tetragrammatus serbicus* - *Xenylla brevicauda* - *Isotoma notabilis* - *Mesaphorura krausbaueri* - *Brachystomella parvula* - *Eosentomon pratense* - *Sminthurinus bimaculatus* - *Lepidocyrtus lignorum* - *Lepidocyrtus paradoxus* - *Pratanurida cassagnaui* - *Orchesella cincta* - *Friesea truncata* - *Isotomodes productus* - *Campodea chionea* - *Megalothorax minimus* - *Sphaeridia pumilis*. Die Apterygotengemeinschaft der trockenen Wiese ist sehr stabil und wird durch die kurzen Überschwemmungen nicht beeinflusst.

Die höchste Abundanz und Konstanz haben in dieser Gemeinschaft einerseits die euryöken Arten *Isotomiella minor, Folsomia quadrioculata* und *Isotoma notabilis*, andererseits die stenöke Art *Onychiurus tetragrammatus serbicus* (Tab. 13). Während der Untersuchungsperiode war die trockene Wiese im Sommer nicht überschwemmt. Nach der sehr kurzen Frühlingsüberschwemmung kam es zu einer Erhöhung der Abundanzwerte bei *Isotomiella minor* (um 37 %), *Onychiurus tetragrammatus serbicus* (um 47 %), *Isotoma notabilis* (um 29 %), *Mesaphorura krausbaueri* (um 72 %), *Sminthurinus bimaculatus* (um 87 %), *Friesea truncata* (um 69 %) und bei *Isotomodes productus* (um 94 %). Mit Ausnahme von *Sminthurinus bimaculatus* (epigäische Art) handelt es sich insgesamt um euedaphische und hemiedaphische Arten. Bei weiteren 5 Arten kam es nach der Überschwemmung zu einer Abundanzreduktion (*Folsomia quadrioculata, Brachystomella parvula, Lepidocyrtus lignorum, Pratanurida cassagnaui* und *Orchesella cincta*). Es handelt sich um epigäische und hemiedaphische (1 Art) Arten. Am höchsten hat sich die Abundanzreduktion bei *Folsomia quadrioculata* (um 18 %) und *Brachystomella parvula* (um 56 %) erwiesen. Die Abundanzreduktion nach der Überschwemmung ist hier durch das Wegschwemmen eines Teiles der Population der epigäischen und hemiedaphischen Arten erklärbar.

Auf der trockenen Wiese wurde bei den meisten Arten während der ganzen Untersuchungsperiode ein ähnlicher Abundanzverlauf mit niedrigen Werten während der trockenen Sommerperiode und höheren Werten im Frühling und Herbst festgestellt. Als typisches Beispiel kann *Isotoma notabilis* dienen (Abb. 35). Im ersten Untersuchungsjahr hat sie das Abundanzmaximum (23 800 Ex./m^2) in der Mitte Juni erreicht, dann folgte eine Populationsreduktion mit einem Minimum Ende Juli (3 200 Ex./m^2). Im September erreichte sie ein zweites, niedrigeres Maximum (14 100 Ex./m^2). Im Jahr mit der Frühlingsüberschwemmung entwickelte sich die *Isotoma notabilis*-Population günstiger als im vorigen Jahr. Nach der kurzen Überschwemmung stieg ihre Abundanzdichte plötzlich zum Maximum mit 38 200 Ex./m^2 Ende Mai und noch Ende Juni war sie sehr hoch (20 900 Ex./m^2). Während des Juli und August war die Populationsdichte niedrig (Minimum 3 900 Ex./m^2), und im Herbst erreichte sie maximal nur Werte bis 7 600 Ex./m^2. Im Jahre mit der Frühlingsüberschwemmung waren also in der ersten Jahrhälfte günstige, in der zweiten Hälfte ungünstigere Bedingungen für die Populationsentwicklung von *Isotoma notabilis*.

Einen ähnlichen Abundanzverlauf wie *I. notabilis* hat *Onychiurus tetragrammatus serbicus*, nur sind die absolute Abundanzwerte unterschiedlich (Abb. 36). Auch die euedaphische *Mesaphorura krausbaueri* hat einen ähnlichen Abundanzverlauf, nur im ersten Jahr stimmt das erste Maximum (3 400 Ex./m^2 Anfang Juli) zeitlich nicht mit den beiden oben genannten Arten überein (Abb. 37). Das Jahr mit der Frühlingsüberschwemmung ist für *Mesaphorura krausbaueri* günstiger, und sie erreicht nach der Überschwemmung das Abundanzmaximum 10 800 Ex./m^2.

Auch *Eosentomon pratense* hat einen ähnlichen Abundanzverlauf. Im Jahr mit der Frühlingsüberschwemmung wird das Maximum Ende April erreicht (2 800 Ex./m^2), aber die Populationsdepression fängt schon Ende Mai an (Abb. 38).

Im Jahr mit der Frühlingsüberschwemmung ist auch der Abundanzverlauf von

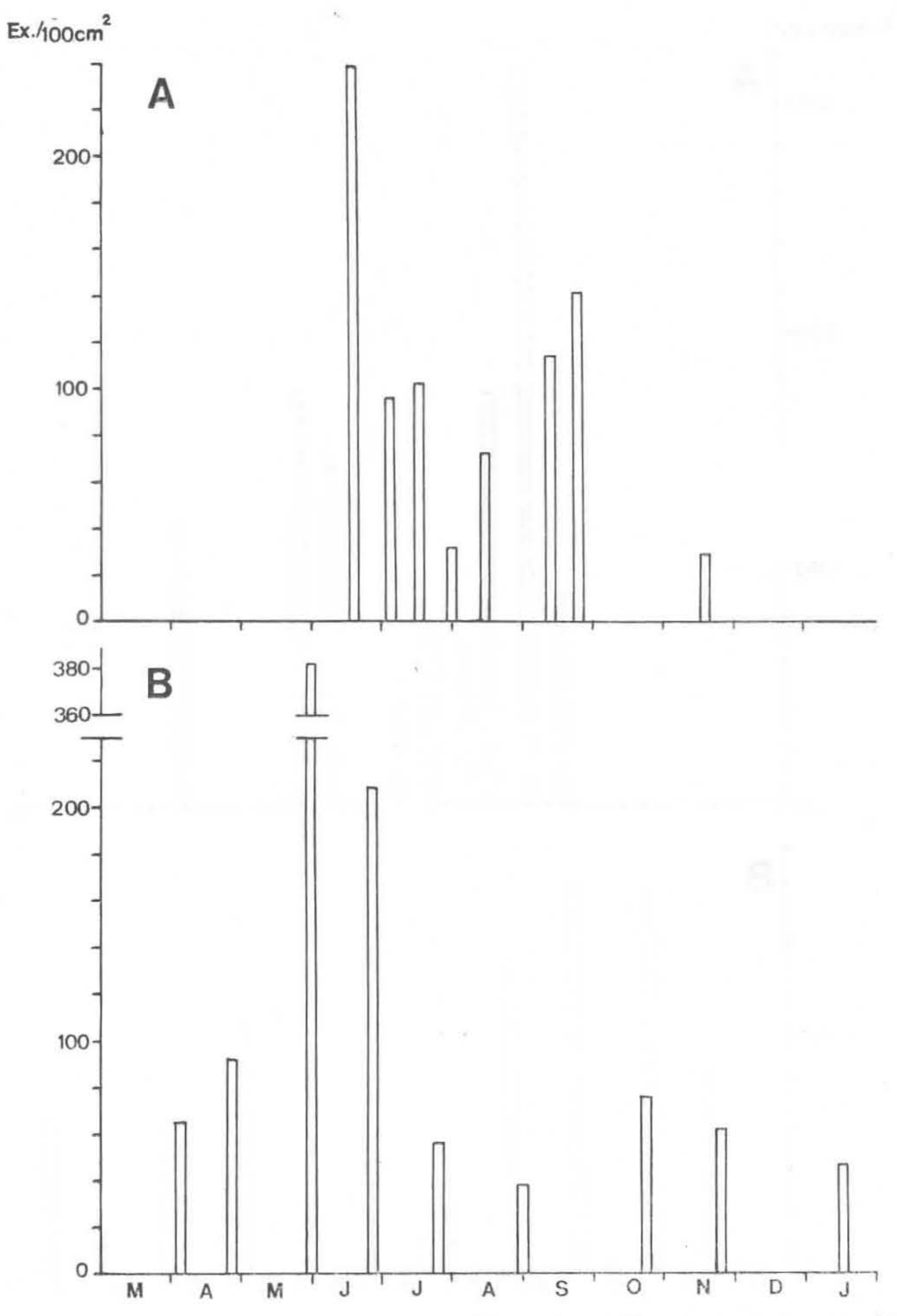


Abb. 35. *Isotoma notabilis* - Abundanzverlauf auf der trockenen Wiese in den Jahren 1968 (A) und 1969–70 (B).

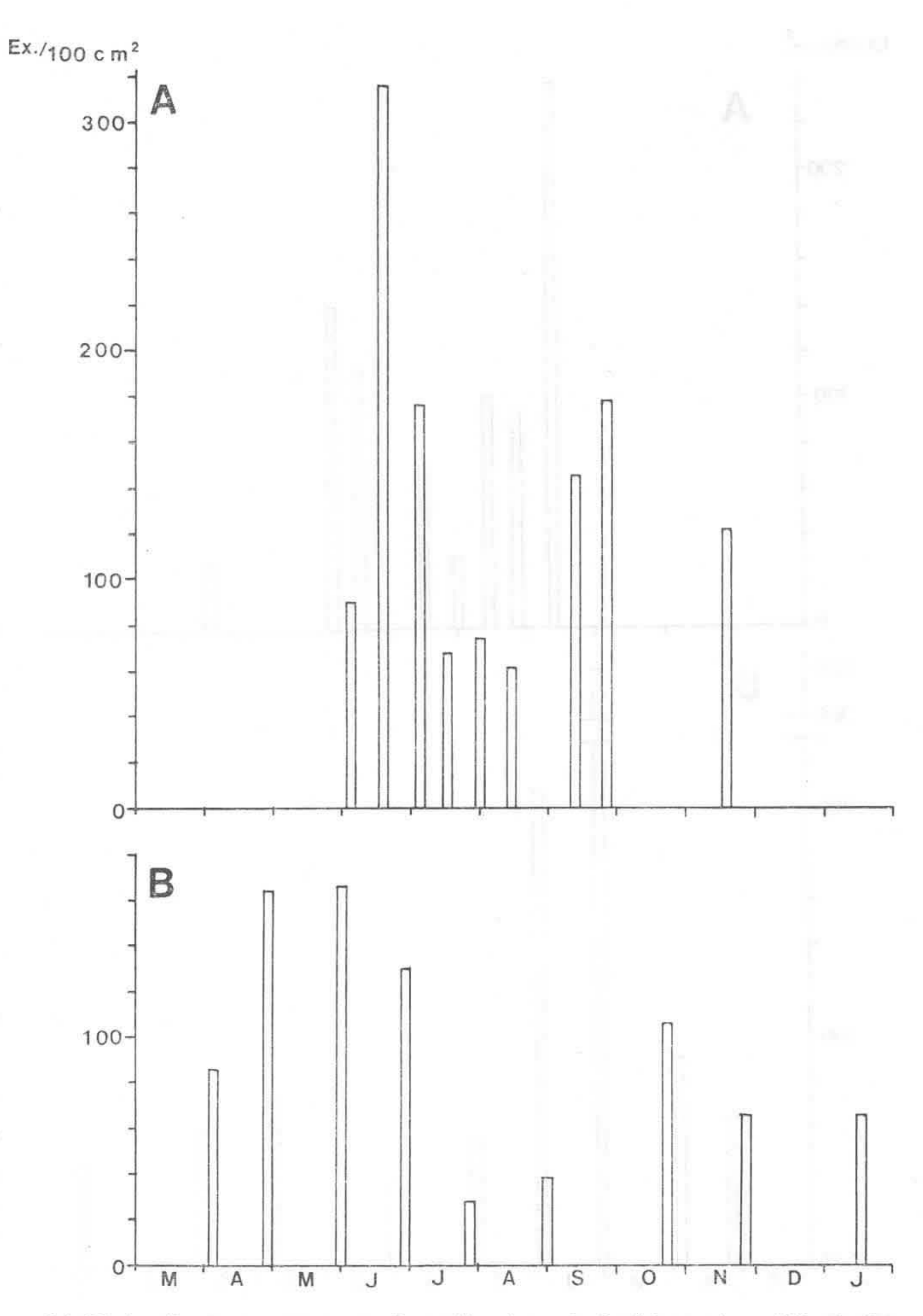


Abb. 36. *Onychiurus tetragrammatus serbicus* - Abundanzverlauf auf der trockenen Wiese in den Jahren 1968 (A) und 1969 – 70 (B).

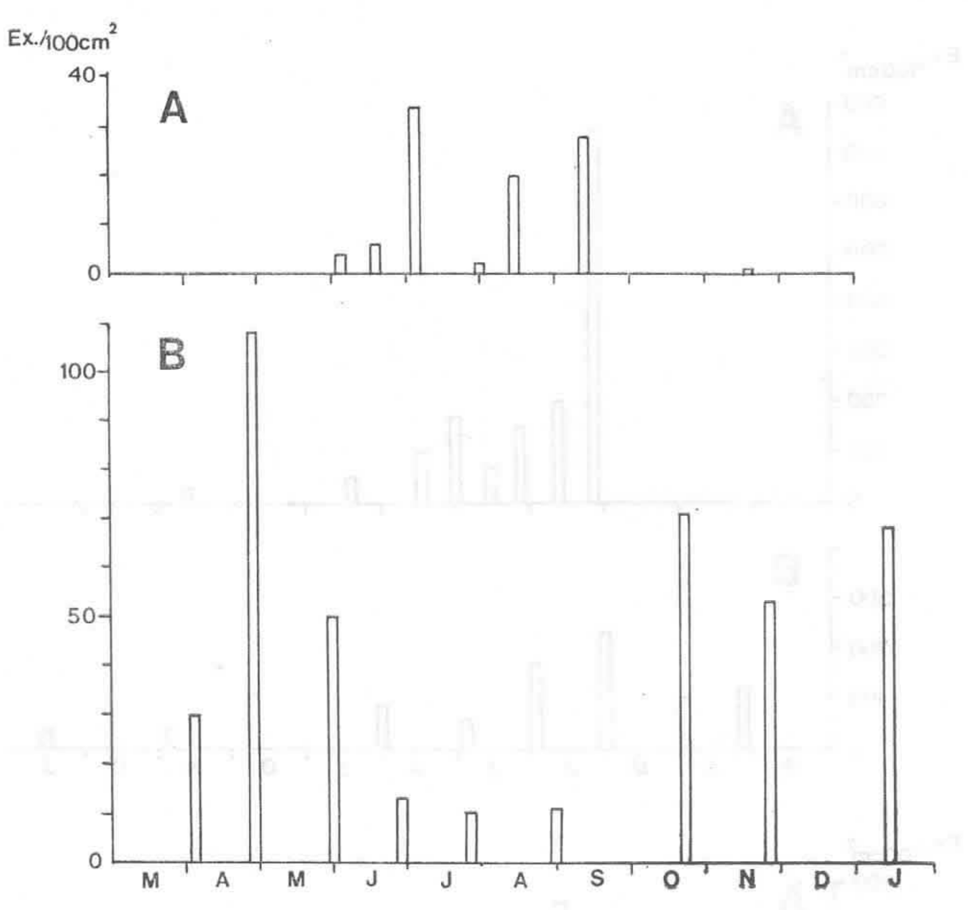


Abb. 37. *Mesaphorura krausbaueri* - Abundanzverlauf auf der trockenen Wiese in den Jahren 1968 (A) und 1969 – 70 (B).

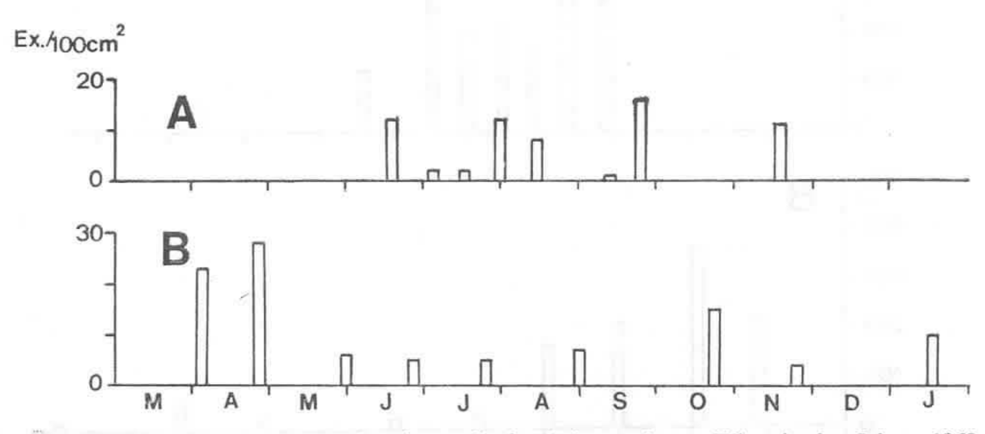
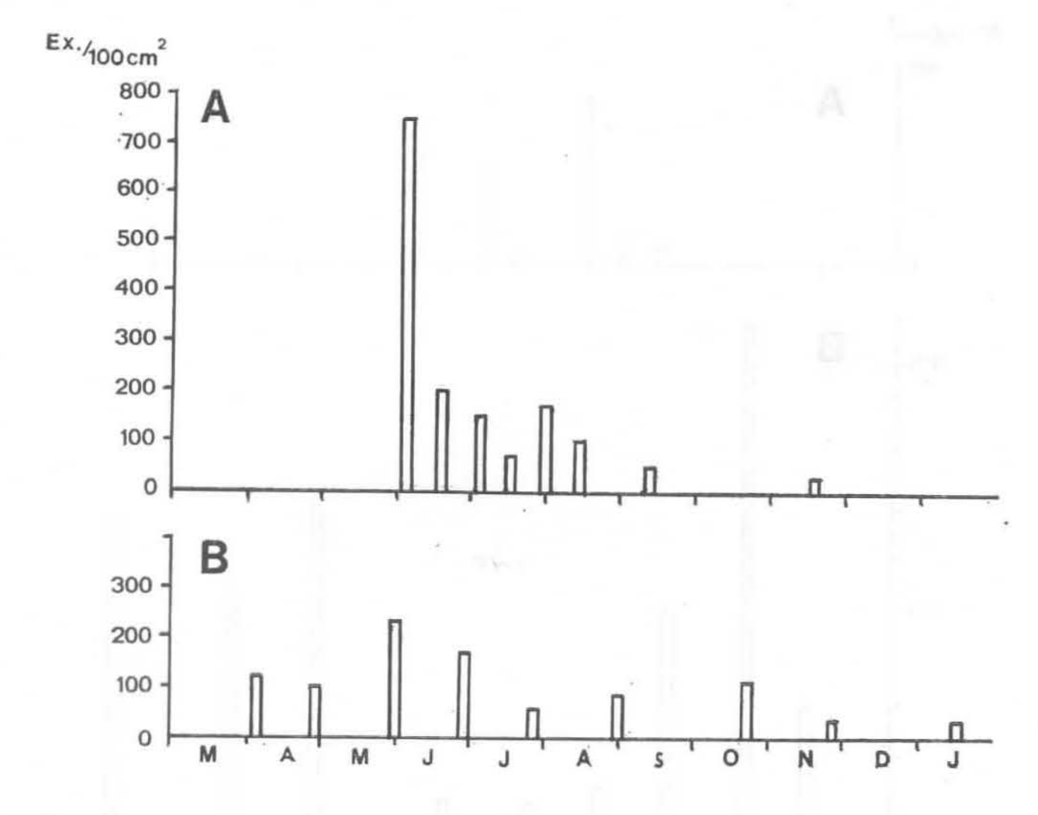
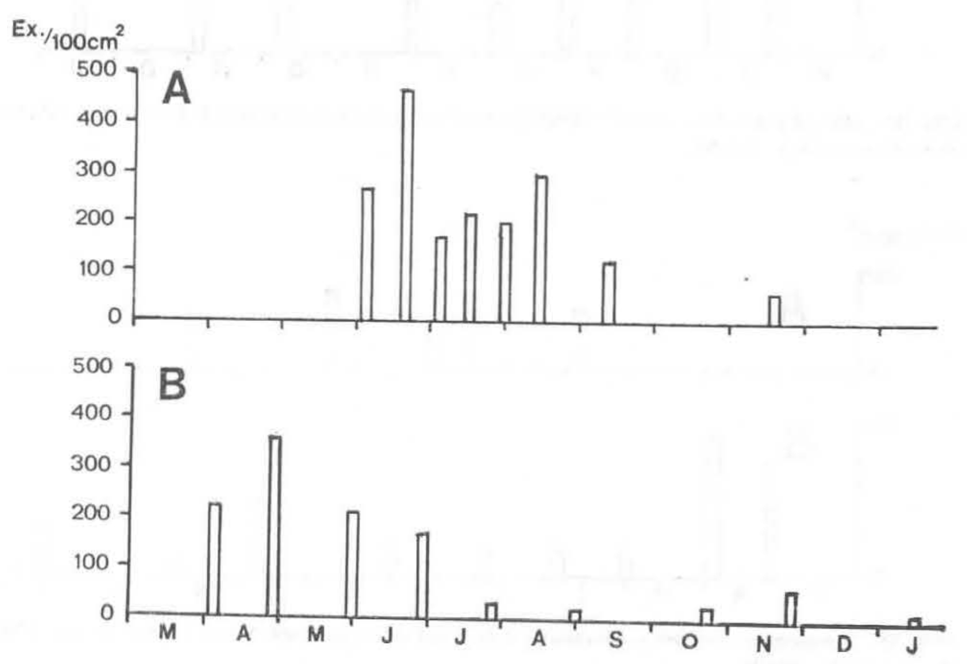


Abb. 38. *Eosentomon pratense* - Abundanzverlauf auf der trockenen Wiese in den Jahren 1968 (A) und 1969 – 70 (B).


Ex./100cm²
A
B
800
700
600
500
400
300
200
100
0
M
A
M
J
J
A
S
O
N
D
J


Ex./100cm²
A
B
500
400
300
200
100
0
M
A
M
J
J
A
S
O
N
D
J

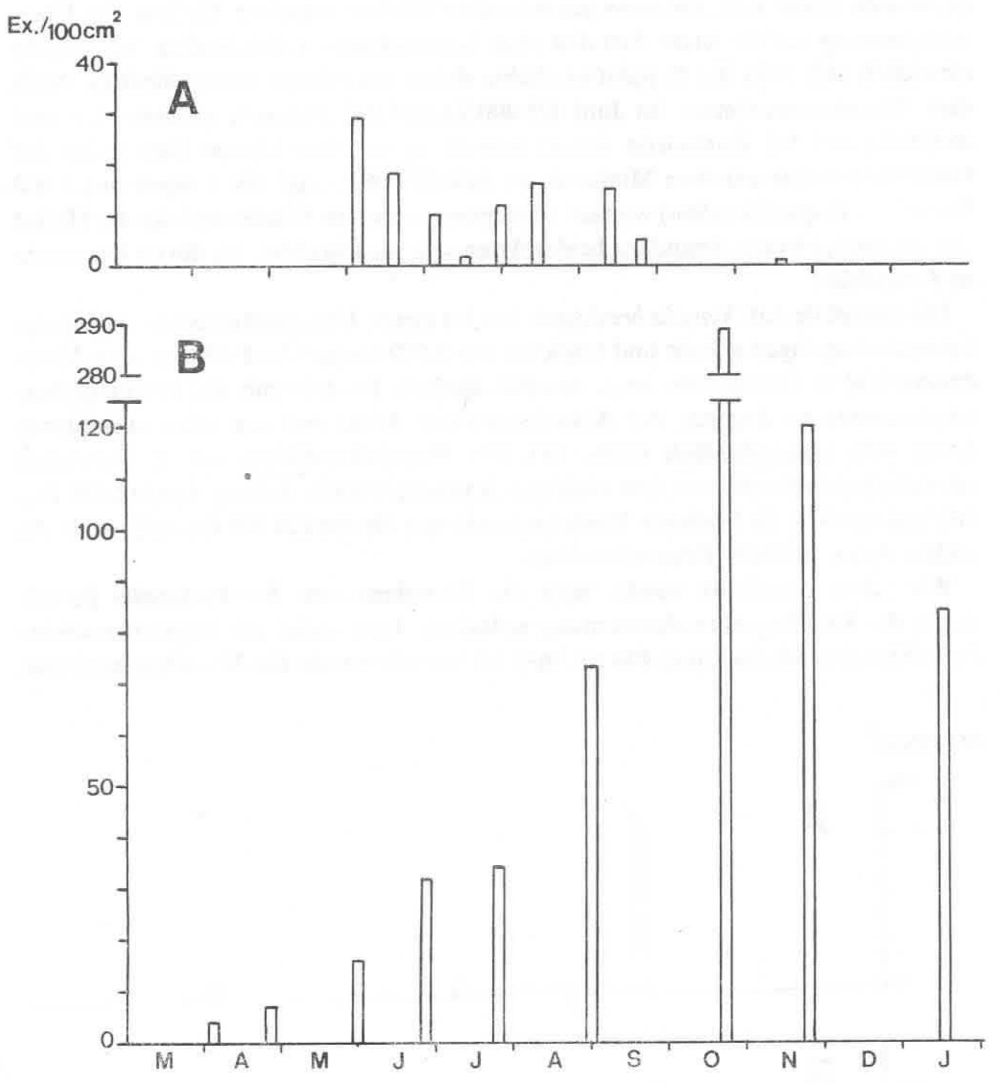


Abb. 41. *Xenylla brevicauda* - Abundanzverlauf auf der trockenen Wiese in den Jahren 1968 (A) und 1969—70 (B).

←

Abb. 39. *Folsomia quadrioculata* - Abundanzverlauf auf der trockenen Wiese in den Jahren 1968 (A) und 1969—70 (B).

Abb. 40. *Isotomiella minor* - Abundanzverlauf auf der trockenen Wiese in den Jahren 1968 (A) und 1969—70 (B).

Isotomiella minor und *Folsomia quadrioculata* (kleiner negativer Einfluss der Überschwemmung auf die letzte Art) den oben besprochenen Arten ähnlich. Im Vorjahr entwickelt sich aber die Populationsdichte dieser zwei Arten unterschiedlich. Nach dem Abundanzmaximum im Juni (75 400 Ex./m² bei *Folsomia quadrioculata* und 46 600 Ex./m² bei *Isotomiella minor*) kommt es zu einer kurzen Depression der Populationsdichte mit dem Minimum im Juli (17 000 Ex./m² bei *I. minor* und 7 400 Ex./m² bei *F. quadrioculata*) wonach wieder eine schwache Erhöhung folgt. Im Herbst und im Winter ist die Abundanz beider Arten sehr niedrig (Abb. 39, 40) im Gegensatz zu *I. notabilis*.

Die xerophile Art *Xenylla brevicauda* hat im ersten Untersuchungsjahr ungünstige Lebensbedingungen gehabt und erreichte nur 2 900 Ex./m² im Frühling. Der Abundanzverlauf in diesem Jahr ist *I. notabilis* ähnlich. Im Jahr mit der Frühlingsüberschwemmung ist dagegen der Abundanzverlauf dieser Art von allen angeführten Arten sehr unterschiedlich (Abb. 41). Die Populationsdichte von *X. brevicauda* entwickelt sich günstig von den niedrigen Abundanzwerten Anfang April (4 000 Ex./m²) und erreicht die höchsten Werte im trockenen Herbst (28 900 Ex./m²), wenn die andere Arten in tiefer Depression sind.

Wie schon angeführt wurde, wird die Abundanz von *Brachystomella parvula* durch die Frühlingsüberschwemmung reduziert, dann steigt die Populationsdichte Ende Mai zum Maximum (5 400 Ex./m²). Im Vorjahr wurde das Abundanzmaximum

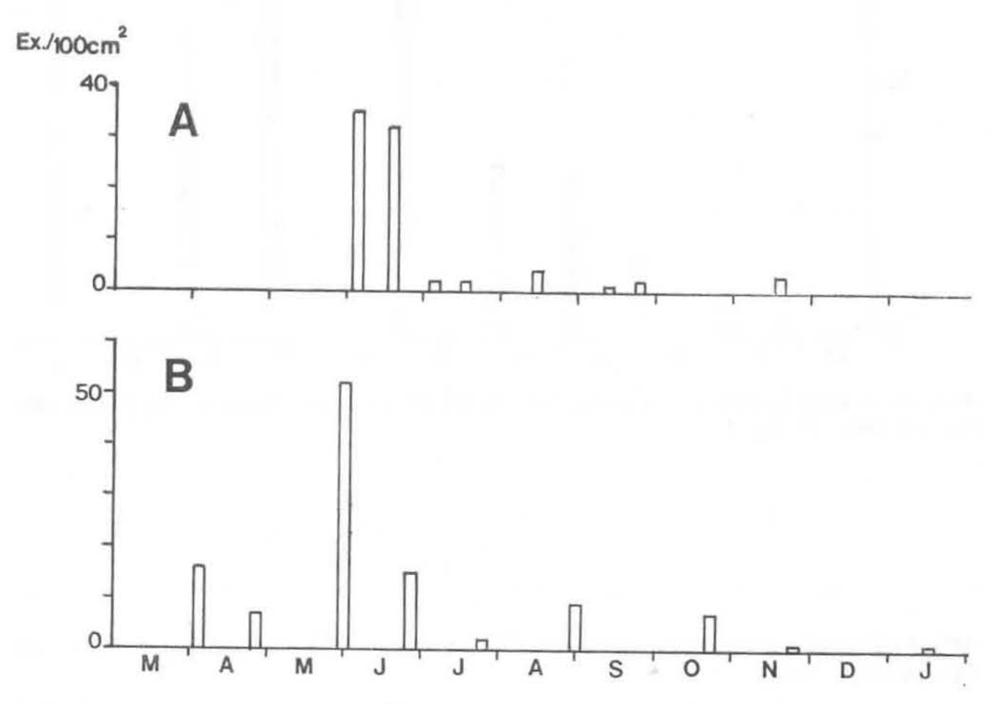


Abb. 42. *Brachystomella parvula* - Abundanzverlauf auf der trockenen Wiese in den Jahren 1968 (A) und 1969–70 (B).

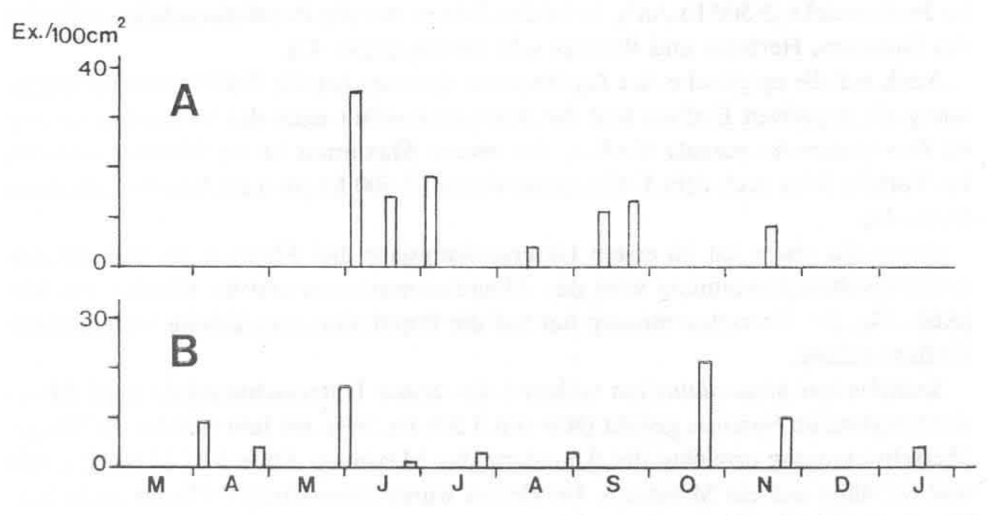


Abb. 43. *Lepidocyrtus lignorum* - Abundanzverlauf auf der trockenen Wiese in den Jahren 1968 (A) und 1969 – 70 (B).

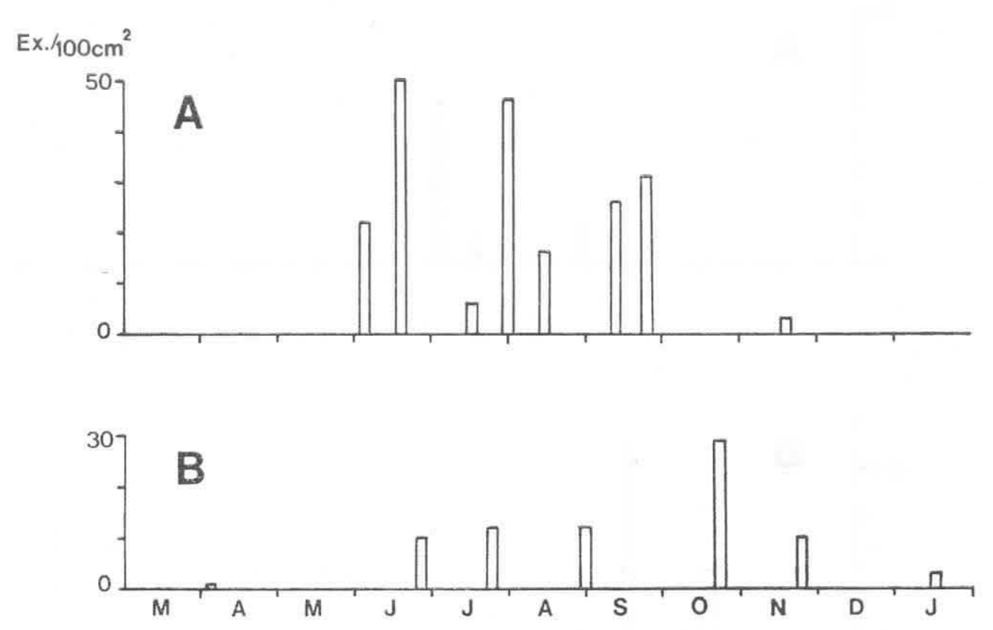


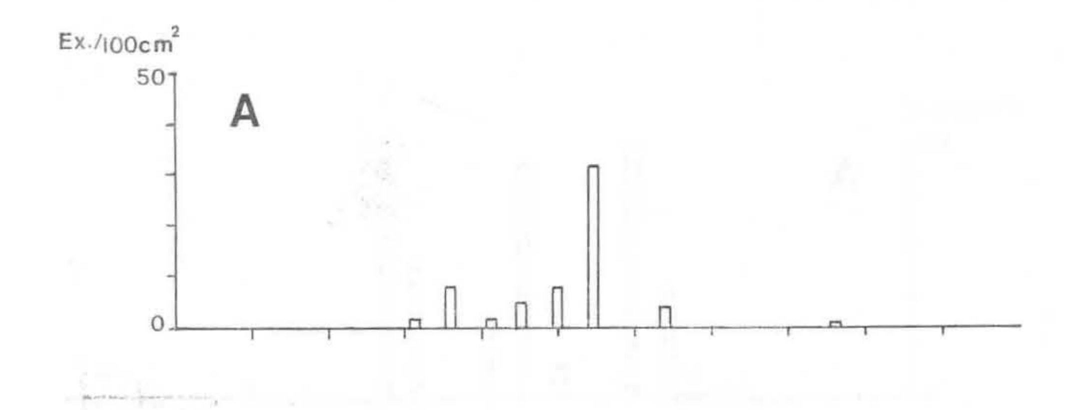
Abb. 44. *Orchesella cincta* - Abundanzverlauf auf der trockenen Wiese in den Jahren 1968 (A) und 1969 – 70 (B).

im Juni erreicht (3 500 Ex./m²), in beiden Jahren war die Populationsdichte während des Sommers, Herbstes und Winters sehr niedrig (Abb. 42).

Auch auf die epigäische Art *Lepidocyrtus lignorum* hat die Frühlingsüberschwemmung ein negativen Einfluss und ihr Abundanzverlauf nach der Überschwemmung ist *Brachystomella parvula* ähnlich, das zweite Maximum ist im Oktober erreicht. Im Vorjahr folgt nach dem Frühlingsmaximum (3 500 Ex./m²) ein Sommerminimum (Abb. 43).

Orchesella cincta hat im ersten Untersuchungsjahr drei Maxima, im Jahr mit der Frühlingsüberschwemmung wird das Abundanzmaximum erst im Oktober erreicht (Abb. 44), die Überschwemmung hat auf die Populationsentwicklung ein negativen Einfluss gehabt.

Sminthurinus bimaculatus hat während des ersten Untersuchungsjahr zwei Abundanzmaxima im Sommer gehabt (800 und 3 200 Ex./m²). Im Jahr mit der Frühlingsüberschwemmung erreichte die Abundanz das Maximum Ende Mai (5 600 Ex./m²) und fiel dann auf ein Minimum. Im Herbst wurde diese Collembolenart nicht festgestellt (Abb. 45).



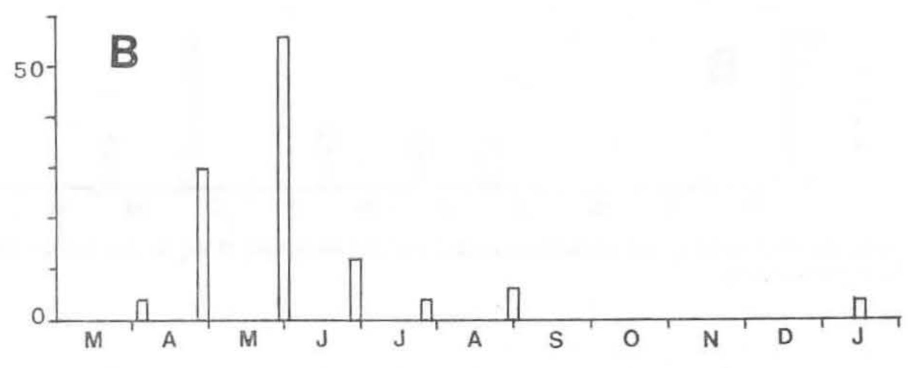


Abb. 45. *Sminthurinus bimaculatus* - Abundanzverlauf auf der trockenen Wiese in den Jahre 1968 (A) und 1969—70 (B).

5.2.4. Synökologische Charakteristik der Apterygotengemeinschaften

5.2.4.1. Diversität, ihre Komponenten und Dominanzindizes

In Tab. 15 sind die durchschnittlichen Werte der Diversitäts- und Dominanzindizes für die Sumpfwiese, feuchte und trockene Wiese angegeben. Diese Indizes und ihre Komponenten wurden aus den summarischen Abundanzwerten (Tab. 8, 10, 13) errechnet. Die höchste Diversität wurde auf der Sumpfwiese und trockenen Wiese, die niedrigste auf der feuchten Wiese festgestellt. Die Dominanzindizes haben umgekehrt die höchsten Werte auf der feuchten Wiese.

Tabelle 15. Durchschnittliche Werte der Diversitäts- und Dominanzindizes (kalkuliert aus allen Proben)

	Sumpfwiese	Feuchte Wiese	Trockene Wiese
H	3,324	2,376	3,171
M	7,098	3,616	6,415
$2^{H'}$	10,015	5,191	9,007
E	0,691	0,494	0,588
D_1	24,59	41,69	24,32
D_2	43,89	70,99	44,34

In den Abb. 46, 47 und 48 ist der Verlauf der Diversitätsindizes, ihrer Komponenten und der Dominanzindizes auf der Sumpfwiese, der feuchten und trockenen Wiese während der Untersuchungsperiode dargestellt. Auf der Sumpfwiese kam es während der zwei Untersuchungsjahre zu den grössten Veränderungen der Diversität (Abb.46). Die Sommerüberschwemmung hat die Diversität plötzlich erniedrigt, nach dem Trockenfallen der Lokalität kommt es wieder zu einer signifikanten Erhöhung der Diversität, und im Oktober wurden die höchsten Diversitätswerte erreicht. Nach der Frühlingsüberschwemmung hat sich die Diversität wenig erniedrigt, von August bis Januar 1970 änderte sich die Diversität auf der Sumpfwiese nicht signifikant. Die Diversitätserniederung nach der Frühlingsüberschwemmung wurde besonders durch die Erhöhung des Dominanzindex D_2 begleitet. Auch im Vorjahr mit der Sommerüberschwemmung steht die Diversitätsveränderung in einer negativen Korrelation zu den Dominanzindizes D_1 und D_2.

Auf der feuchten Wiese rief die Sommerüberschwemmung eine plötzliche, signifikante Erhöhung der Diversität (Abb. 47) im Gegensatz zu der Sumpfwiese hervor. Das ist durch die starke Reduktion der ersten und zweiten Dominante verursacht, was die Dominanzindizes D_1 und D_2 widerspiegeln. Anfang Juli sinkt die Diversität wieder etwas ab und bleibt bis Ende Juli unverändert. Dann steigt sie wieder etwas

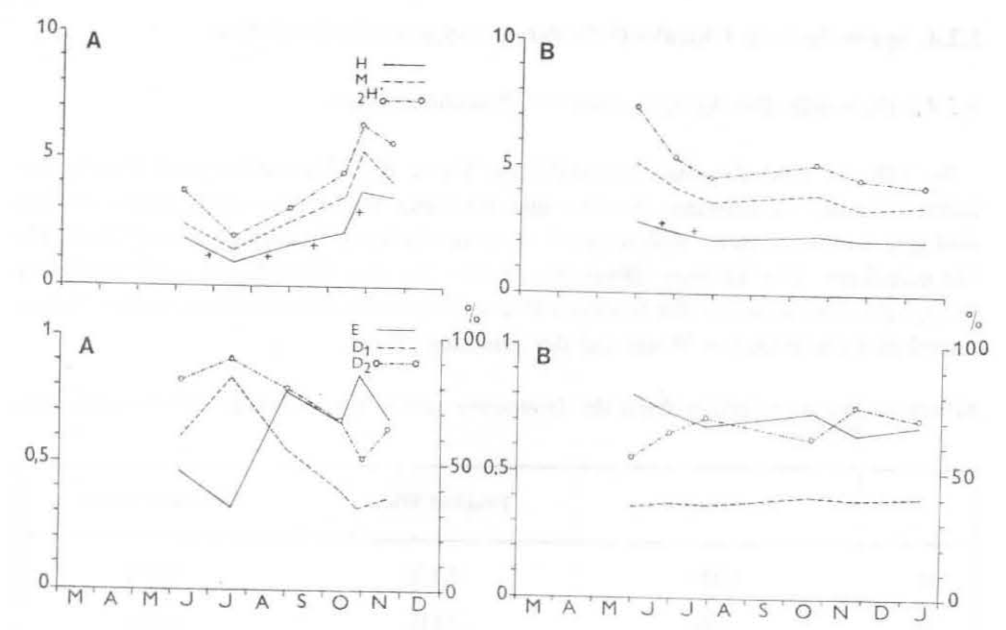


Abb. 46. Sumpfwiese - Verlauf der Diversitätsindizes, ihrer Komponenten und der Dominanzindizes in den Jahren 1968 (A) und 1969–70 (B).

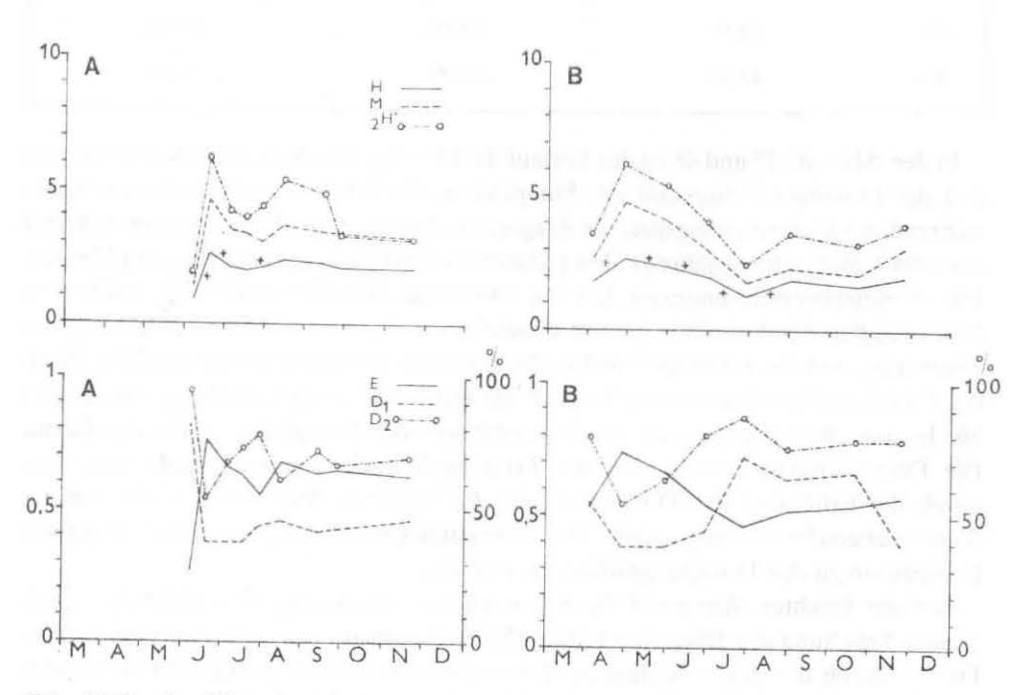


Abb. 47. Feuchte Wiese - Verlauf der Diversitätsindizes, ihrer Komponenten und der Dominanzindizes in den Jahren 1968 (A) und 1969 (B).

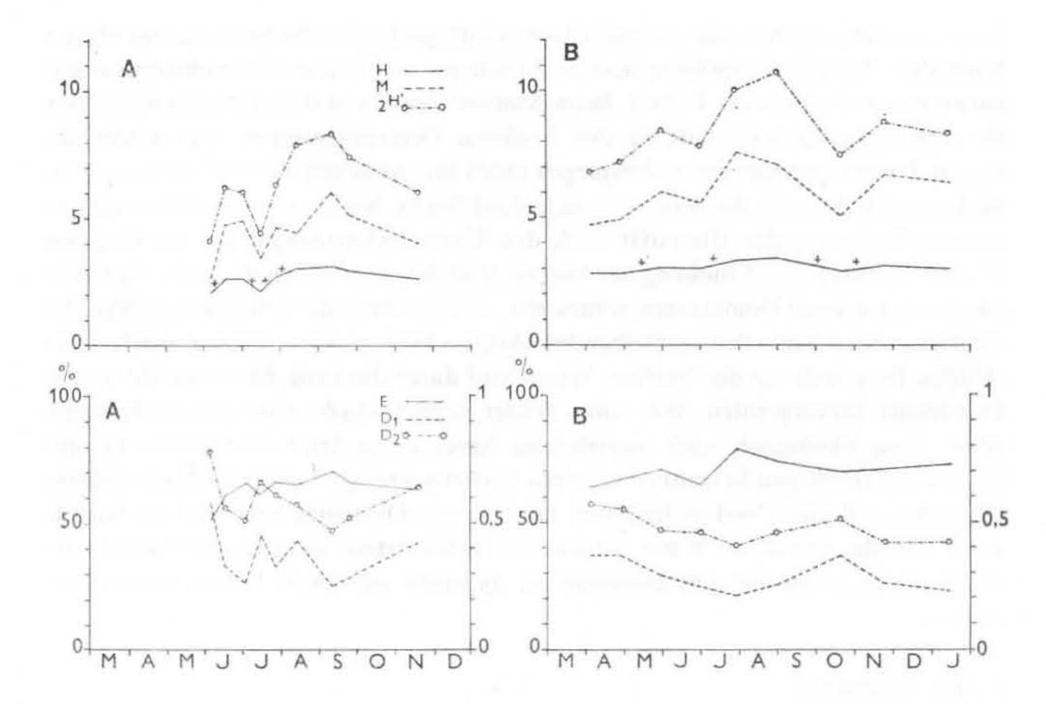


Abb. 48. Trockene Wiese - Verlauf der Diversitätsindizes, ihrer Komponenten und der Dominanzindizes in den Jahren 1968 (A) und 1969–70 (B).

(signifikant) und bleibt bis November unverändert. Auch in dem nachfolgendem Jahr mit der Frühlingsüberschwemmung ruft die Überschwemmung eine signifikante Erhöhung der Diversität hervor. Dann sinkt die Diversität signifikant bis auf die niedrigsten Werte Ende Juli, im August kommt es wieder zu einer signifikanten Erhöhung und im Herbst und Winter bleibt sie ohne signifikante Veränderungen. Die Dominanzindizes D_1 und D_2 stehen in negativer korrelation zu der Diversität.

Auf der trockenen Wiese weist die Diversität keine so grossen Schwankungen während der Untersuchungsjahre wie auf der Sumpfwiese oder auf der feuchten Wiese auf (Abb. 48). Im ersten Untersuchungsjahr kam es im Juni zur Erniederung der Werte der Dominanzindizes D_1 und D_2, was eine signifikante Erhöhung der Diversität hervorrief. Im Juli und August erhöhte sich, nach kurzdauerndem Absinken, die Diversität zu den höchsten Werten und blieb bis in den Winter ohne signifikante Veränderung. Die kurze Frühlingsüberschwemmung hat die Diversität der Apterygotengemeinschaft der trockenen Wiese nicht verändert, im Mai kam es zu einer geringen, signifikanten Erhöhung der Diversitätswerte, im Juli wurden die höchste Werte erreicht. Das Austrocknen des Bodens im September rief ein zweites Absinken der Diversitätswerte hervor, im November stiegen sie aber wieder etwas höher und blieben bis in den Januar unverändert. Ausser ersten und zweiten Dominanten verursachten auch weitere Arten diese Diversitätsveränderungen (s. Tab. 13).

Auf Grund der Veränderungen der Diversität während der Untersuchungsjahre

kann man die extremen oder ausgeglichenen ökologischen Verhältnisse des Standortes beurteilen. Auf der Sumpfwiese sind die Frühlings- und Sommerüberschwemmungen ein extremer ökologischer Faktor. Beim Austrocknen des Bodens entwickelt sich hier die Apterygotengemeinschaft zu den höchsten Diversitätswerten, was wieder geeignete Lebensbedingungen widerspiegelt (auch im trockenen Jahresabschnitt ist die Bodenfeuchtigkeit für die Bodentiere genügend hoch). Auf den ersten Blick erscheint uns die Erhöhung der Diversität nach den Überschwemmungen auf der feuchten Wiese als absurd. Die Erhöhung der Diversität ist hier aber durch die starke Reduktion der ersten zwei Dominanten verursacht, so dass dann die Diversität infolge der niedrigen Abundanz der verbleibenden Arten einen grossen Sprung macht. Die niedrige Diversität auf der feuchten Wiese wird durch die hohe Abundanz der ersten Dominante hervorgerufen. Wie schon früher gezeigt wurde, sind auf der feuchten Wiese keine ökologisch hoch spezialisierte Apterygoten-Arten vorhanden, was auf die unausgegliechenen Lebensbedingungen hinweist. Das wird auch durch die niedrige Diversität und ihren Verlauf bestätigt. Die höheren Diversitätswerte auf der Sumpfwiese und der trockenen Wiese deuten auf stabilisiertere Gemeinschaften mit spezialisierteren Arten und mit Dominanten, die nicht sehr hohe Dominanzwerte erreichen.

5.2.4.2. Ordination

Alle Proben von der Sumpfwiese, der trockenen und der feuchten Wiese, die während der ganzen Untersuchungsperiode entnommen wurden, werden mittels

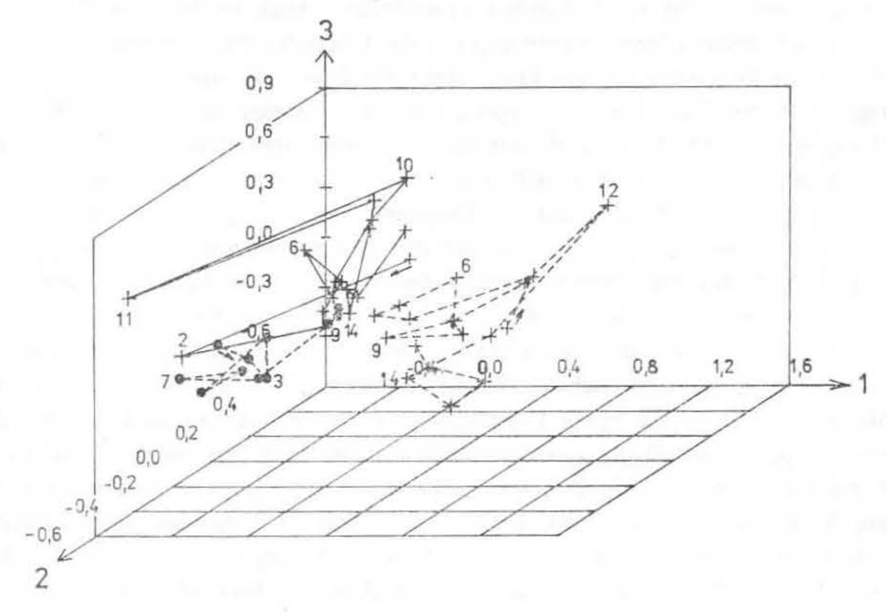


Abb. 49. Ordination. ● — — — ● Proben von der Sumpfwiese, + ——— + Proben von der feuchten Wiese, + — — — + Proben von der trockenen Wiese.

der Hauptkomponenten-Analyse in dreidimensionalen Raum eingeordnet (Abb. 49). Die Proben gliedern sich in drei deutliche Gruppen. Die Proben von der trockenen Wiese sind von den Proben der feuchten Wiese und der Sumpfwiese deutlich getrennt. Sie sind rechts in der Richtung der 1. Ordinationsachse verschoben. Die Probe 12 ist von den verbleibenden Proben der trockenen Wiese deutlich verschoben. Es handelt sich um die Probe mit der höchsten im Jahr 1969 festgestellten Abundanz der Apterygotengemeinschaft, in welcher viele Arten höhere Abundanzwerte als in den übrigen Proben erreichten. Das verschob diese Probe weit von den anderen Proben.

Die meisten Proben von der Sumpfwiese liegen im kleinen Raum vor und unter den Proben der feuchten Wiese, nur die Proben 9, 10 und 11 sind im gemeinsamen Raum mit den Proben von der feuchten Wiese. Es handelt sich um Proben vom Herbst und Winter 1969—70, also aus der Trockenperiode nach der Frühlingsüberschwemmung.

Von dem relativ engen Raum, in den die Proben von der feuchten Wiese fallen, liegen die Proben 2 und 11 weit entfernt. Es handelt sich um Proben, die direkt nach der Sommer- und Frühlingsüberschwemmung entnommen wurden. Die Probe 2 fällt in den Raum der Proben von der Sumpfwiese, die Probe 11 (nach der Frühlingsüberschwemmung) liegt näher an den Proben von der Sumpfwiese als an den Proben von der feuchten Wiese.

In der Richtung der 1. Ordinationsachse steigt die Trockenheit des Standortes. Die Proben von der feuchten Wiese liegen über und hinter den Proben von der Sumpfwiese. Die Sumpfwiese weist während der Jahre mit der Frühlingsüberschwemmung, also mit längerer Trockenperiode, eine Sukzessionsrichtung zur feuchten Wiese auf. Die Entwicklung der Apterygotengemeinschaft der feuchten Wiese wird jedes Jahr durch die Überschwemmungen gehemmt und in die Richtung zur Sumpfwiese verschoben. Die Überschwemmungen wirken sehr stark auf die Apterygotengemeinschaft der feuchten Wiese. Auf der Sumpfwiese und auf der trockenen Wiese wurden die Proben nach den Überschwemmungen nicht aus dem Raum der übrigen Proben verschoben.

5.2.4.3. Klassifikation der Apterygotengemeinschaften mittels Abstandkoeffizienten

Φ^2 1, 0 - Faunistische Ähnlichkeit

In der Abb. 50 ist die faunistische Ähnlichkeit der Apterygotengemeinschaften in den Proben von der Sumpfwiese, der feuchten und der trockenen Wiese graphisch dargestellt. Auf der Abbildung sind deutlich zwei faunistisch sehr unterschiedliche Probenblöcke. Ein Block wird durch die Proben von der trockenen Wiese gebildet, der zweite durch Proben von der feuchten Wiese und der Sumpfwiese. Die Proben von der trockenen Wiese sind sich zusammen ähnlicher als die Proben von der feuchten Wiese und von der Sumpfwiese. Der Ähnlichkeitsidex zwischen den Proben von der trockenen Wiese erreicht Werte von 0,168 bis 0,312. Das zeugt von der grossen

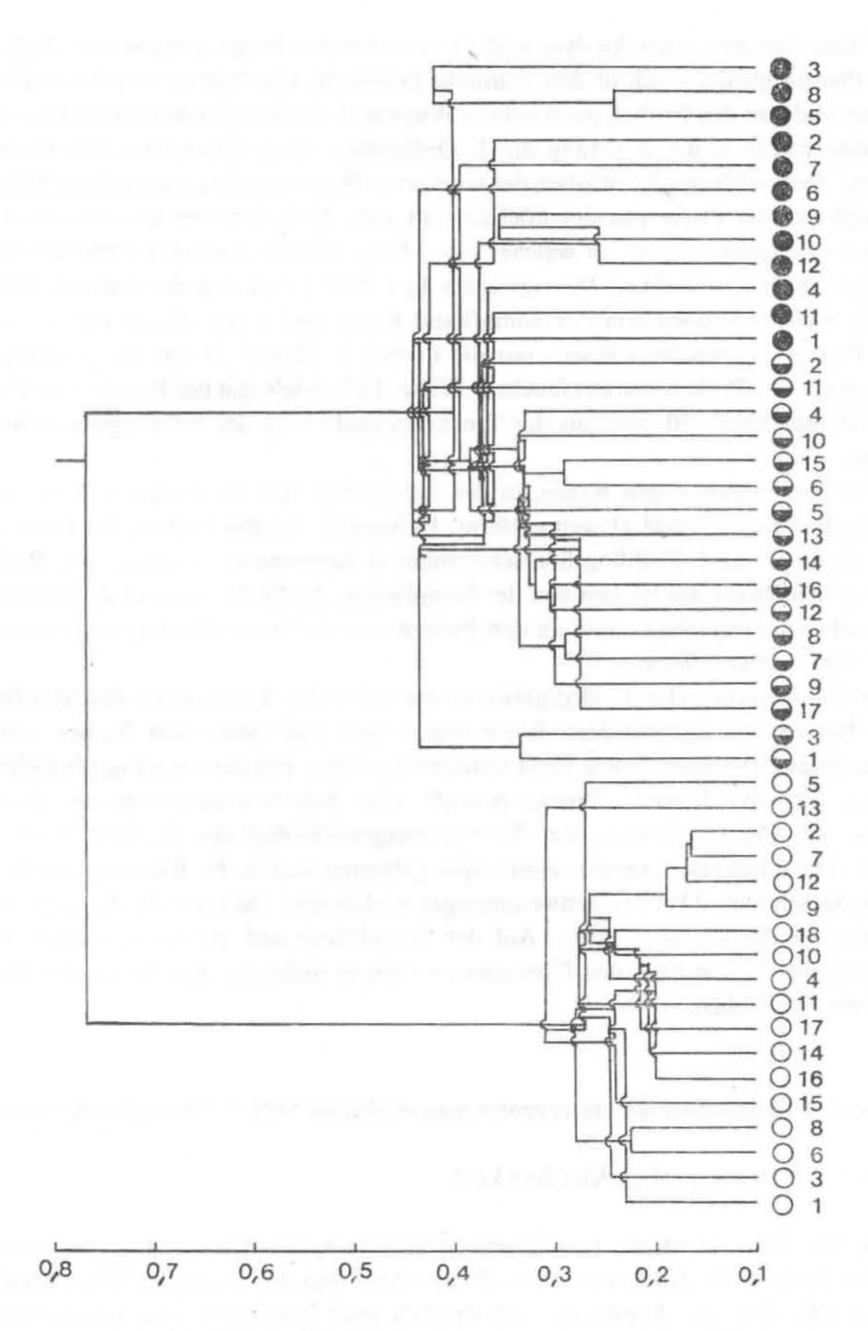


Abb. 50. Faunistische Ähnlichkeit (Φ^2 1,0) der Proben von der Sumpfwiese (●), feuchten Wiese (◒) und trockenen Wiese (○).

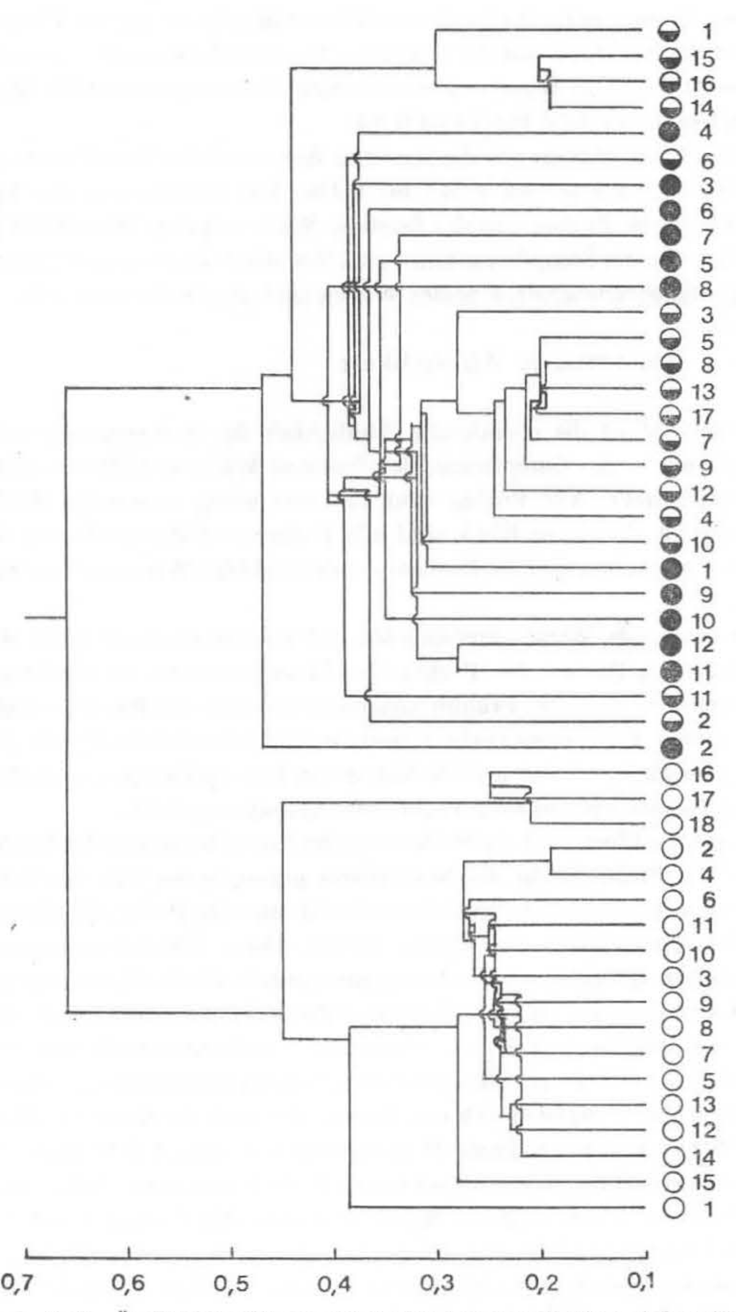


Abb. 51. Coenotische Ähnlichkeit (Φ^2 quant.) der Proben von der Sumpfwiese (●), feuchten Wiese (◒) und der trockenen Wiese (○).

faunistischen Homogenität der trockenen Wiese während der ganzen Untersuchungs periode. Der Probenblock von der trockenen Wiese ist faunistisch nur wenig mit den Proben von der feuchten Wiese und von der Sumpfwiese verwandt; der Ähnlichkeitsindex zwischen diesen zwei Blöcke ist 0,768.

Im Block mit den Proben von der feuchten Wiese und der Sumpfwiese erreicht der Ähnlichkeitsindex Werte von 0,242 bis 0,436. Die Proben von der Sumpfwiese koppeln sich an die Proben von der feuchten Wiese mit dem Wert 0,439 (Probe 1). Keine Proben von der Sumpfwiese fallen zwischen die Proben von der feuchten Wiese, die Apterygotengemeinschaften beider Wiesen sind aber nahe verwandt.

Φ^2 quant. - Coenotische Ähnlichkeit

In der Abb. 51 ist die coenotische Ähnlichkeit der Apterygotengemeinschaften in den Proben von der Sumpfwiese, der feuchten Wiese und der trockenen Wiese graphisch dargestellt. Alle Proben sind auf zwei wenig verwandte Blöcke ($\Phi^2 = 0{,}659$) verteilt. In einem Block sind alle Proben von der trockenen Wiese vorhanden, in dem zweiten sind die Proben von der feuchten Wiese und der Sumpfwiese vermischt.

Auf der trockenen Wiese unterscheiden sich coenotisch die Proben 16—18 und 1 von den übrigen Proben. Die Proben 16—18 stammen aus der trockenen Herbst- und Winterperiode nach der Frühlingsüberschwemmung, die Probe 1 wurde im Juni 1968 entnommen. Diese coenotische Unterschiedlichkeit wird durch hohe Abundanzwerte von *Xenylla brevicauda* und niedrigere von *Isotomiella minor* beeinflusst, in der Probe 1 hat *Folsomia quadrioculata* sehr hohe Abundanz gehabt.

In dem zweiten Block sind die Proben von der Sumpfwiese und der feuchten Wiese vermischt. Die Probe 2 von der Sumpfwiese unterscheidet sich deutlich von den übrigen Proben in diesem Block. Es handelt sich um eine Probe, die direkt nach der Sommerüberschwemmung entnommen wurde. Diese Überschwemmung hat beträchtlich die ganze ursprüngliche Apterygotengemeinschaft, die der Apterygotengemeinschaft der feuchten Wiese nahestand (Probe 1), reduziert. Auch die Proben 2 und 11 von der feuchten Wiese unterscheiden sich coenotisch von den übrigen Proben von dieser Wiese und sind den Proben von der Sumpfwiese aus der trockenen Periode ähnlicher. Es handelt sich um Proben, die nach der Sommer- (Probe 2) und Frühlingsüberschwemmung (Probe 11) entnommen wurden. Die Proben 1 und 9—12 von der Sumpfwiese, die von der trockeneren Periode stammen, sind coenotisch nahe mit den Proben von der feuchten Wiese verwandt. Die Proben 1 und 14—16 von der feuchten Wiese unterschieden sich coenotisch von den übrigen Proben von dieser Wiese. Es sind qualitativ und auch quantitativ verarmte Proben aus dem trockensten Zeitraum (Herbst) nach der Frühlingsüberschwemmung. Die Proben 3—7 von der Sumpfwiese, d. h. aus der Periode nach der Sommerüberschwemmung, knüpfen sich an die Proben von derselben Wiese aus der Trockenperiode nach der Frühlingsüberschwemmung. Im Probenkomplex von der Sumpfwiese und der feuchten Wiese können wir coenotische Sukzessionsveränderungen, die einerseits von den Über-

schwemmungen, andererseits vom Austrocknen des Bodens abhängen, sehen. Die Proben von der Sumpfwiese aus der Trockenperiode stehen den Proben von der feuchten Wiese aus der feuchten Periode nahe, und die Proben von der feuchten Wiese, die direkt nach der Überschwemmung entnommen wurden, stehen wieder den Proben von der Sumpfwiese näher. Aus den coenotischen Verhältnissen zwischen den Proben von der Sumpfwiese und der feuchten Wiese können wir folgende Sukzessionsreihe ableiten: Sumpfwiese direkt nach der Überschwemmung → Sumpfwiese mit feuchtem Boden → feuchte Wiese direkt nach der Überschwemmung → Sumpfwiese während der Trockenperiode → feuchte Wiese → feuchte Wiese während der Trockenperiode.

5.2.4.4. Korrelationskoeffizient als Mass der Ähnlichkeit der Apterygotengemeinschaften

In der Abb. 52 sind alle Proben von der Sumpfwiese, der feuchten und der trockenen Wiese nach den Korrelationskoeffizienten in ein Cluster eingeordnet. Diese Klassifikationsmethode bringt Proben mit ähnlichen dominanten Arten zusammen, also Proben mit ähnlicher Funktion im Ökosystem. Die Proben sind ganz anders im Ähnlichkeits-Cluster verteilt, als in den oben besprochenen Clustern, die mittels des Abstandkoeffizienten konstruirt wurden.

Am stärksten unterscheiden sich von den übrigen Proben die Aufnahmen 2,3 und 4 von der Sumpfwiese, also Proben, die nach der Sommerüberschwemmung entnommen wurden. Auch die Proben 15—18 von der trockenen Wiese weichen stark von den verbleibenden Proben ab. Es sind Proben aus dem trockenstem Zeitraum nach der Frühlingsüberschwemmung mit der hoher Dominanz von *Xenylla brevicauda*. Die Probe 6 von der feuchten Wiese ist sehr nahe mit den Proben 7 und 9 von der Sumpfwiese verwandt, und als Einheit ist der Block dieser drei Proben den übrigen Proben wenig ähnlich. Die übrigen Proben sind in drei Blöcke mit eng verwandten Proben gruppiert. Die Proben 2—14 von der trockenen Wiese bilden einen homogenen Block mit hohem Grad der Verwandtschaft. In dem zweiten Block sind den Proben von der feuchten Wiese drei Proben von der Sumpfwiese angegliedert. Es handelt sich um die Proben 1,5 und 8, die direkt vor der Sommerüberschwemmung, dann aus der trockenen Periode nach dieser Überschwemmung und 1,5 Monat nach der Frühlingsüberschwemmung entnommen wurden. Es waren also Proben mit gut entwickelter Apterygotengemeinschaft. In dem dritten Block liegen Proben aus der trockenen Periode von der Sumpfwiese (10—12 und 6), von der feuchten Wiese (1 und 14—16), die durch die Sommerüberschwemmung stark beeinflusste Probe 2 von der feuchten Wiese und Probe 1 von der trockenen Wiese aus der relativ feuchten Periode.

Die Verteilung der Proben im Cluster bzw. ihre engere oder weitere Verwandtschaft zeigt uns, wie sich die Funktion der Apterygotengemeinschaften der drei untersuchten Wiesen während der zwei Untersuchungsjahre änderte. Auf die Funktion der Gemeinschaften der feuchten Wiese und besonders der Sumpfwiese haben die

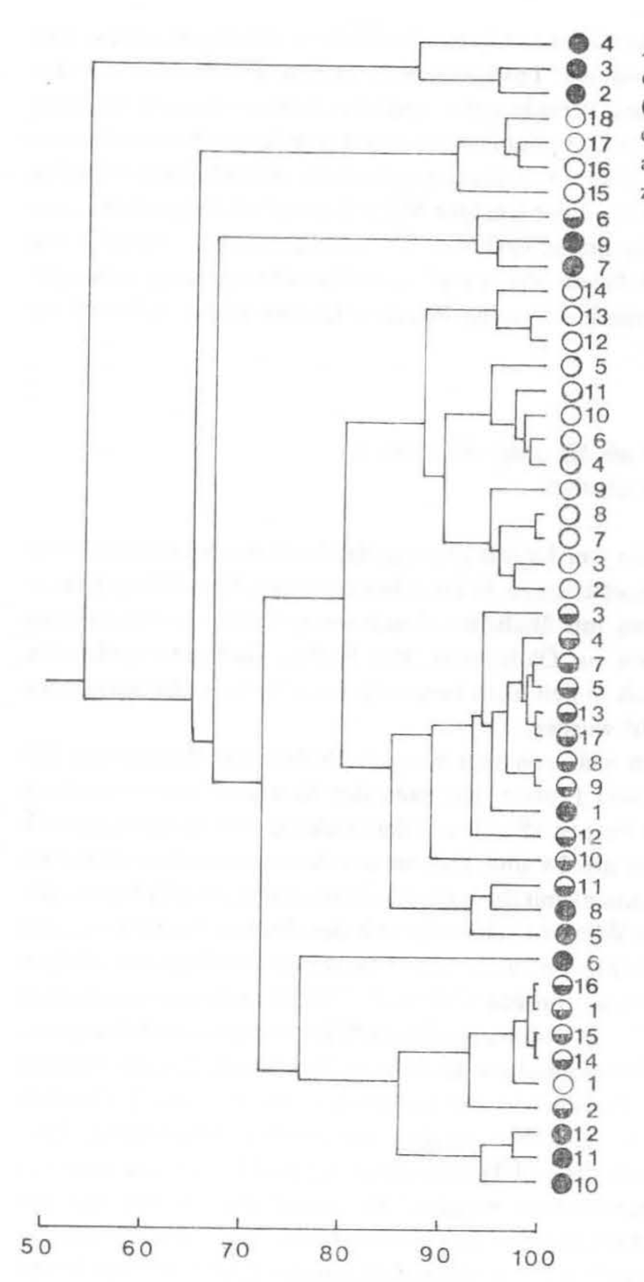


Abb. 52. Funktionelle Ähnlichkeit der Proben von der Sumpfwiese (●), feuchten Wiese (◒) und trockenen Wiese (○). Clusterbildung auf Grund des Korrelationskoeffizientes.

Überschwemmungen grossen Einfluss gehabt, das Austrocknen des Bodens wirkte auf die Funktion der Gemeinschaften auf allen drei Wiesen. Der Funktion der Apterygotengemeinschaften nach ist die trockene Wiese mit der feuchten Wiese näher verwandt als von dem Standpunkt der faunistischen oder coenotischen Ähnlichkeit (vgl. Abb. 50 und 51).

5.2.4.5. Clusterbildung der Arten auf Grund der Korrelationskoeffizienten

Alle Arten aus allen Proben von der Sumpfwiese, der feuchten und der trockenen Wiese wurden mittels Korrelationskoeffizienten in Paare gruppiert und die Paare mit statistisch signifikanten Werten des Korrelationskoeffizienten wurden weiter mittels der durchschnittlichen Distanzmethode in einen Cluster gruppiert. Im Cluster (Abb. 53) sind zwei Blöcke von Arten erkennbar. Im linken Block sind Arten von der

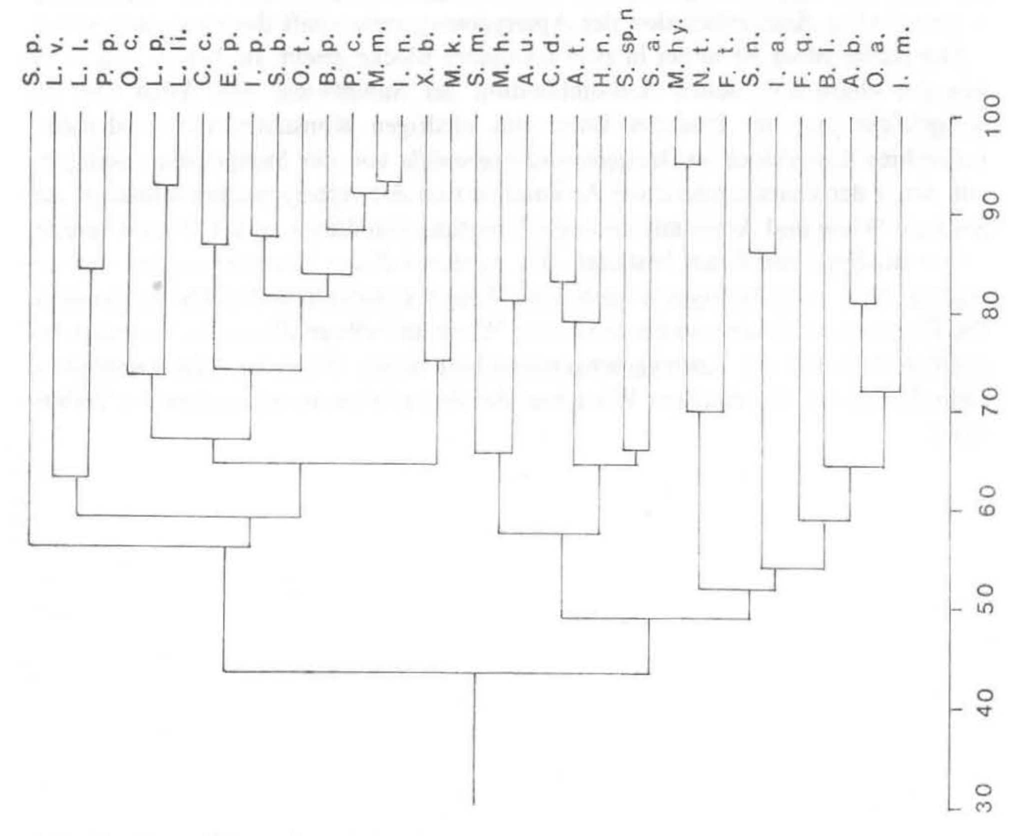


Abb. 53. Clusterbildung der Merkmale - Bindung zwischen den Arten von der Sumpfwiese feuchten Wiese und trockenen Wiese. S. p. — *Sphaeridia pumilis*, L. v. — *Lepidocyrtus violaceus*, L. l. — *Lipothrix lubbocki*, P. p. — *Pseudachorutes pratensis*, O. c. — *Orchesella cincta*, L. p. — *Lepidocyrtus paradoxus*, L. li. — *Lepidocyrtus lignorum*, C. c. — *Campodea chionea*, E. p. — *Eosentomon pratense*, I. p. — *Isotomodes productus*, S. b. — *Sminthurinus bimaculatus*, O. t. — *Onychiurus tetragrammatus serbicus*, B. p. — *Brachystomella parvula*, P. c. — *Pratanurida cassagnaui*, M. m. — *Megalothorax minimus*, I. n. — *Isotoma notabilis*, X. b. — *Xenylla brevicauda*, M. k. — — *Mesaphorura krausbaueri*, S. m. — *Sminthurides malmgreni*, M. h. — *Micranurida hygrophila*, A. u. — *Arrhopalites ulehlovae*, C. d. — *Ceratophysella denticulata*, A. t. — *Anurida tullbergi*, H. n. — *Heterosminthurus novemlineauts*, S. sp. n. — *Sphaeridia* sp. n., S. a. — *Sminthurinus aureus*, M. hy. — *Mesaphorura hygrophila*, N. t. — *Neanura tetrophthalma*, F. t. — *Friesea truncata*, S. n. — *Sminthurus nigromaculatus*, I. a. — *Isotoma anglicana*, F. q. — *Folsomia quadrioculata*, B. l. — *Bourletiella lutea*, A. b. — *Anurida brunsvigiensis*, O. a. — *Onychiurus armatus* + + *subarmatus*, I. m. — *Isotomiella minor*.

trockenen Wiese eingereiht: *Sphaeridia pumilis, Lepidocyrtus violaceus, Lipothrix lubbocki, Pseudachorutes pratensis, Orchesella cincta, Lepidocyrtus paradoxus, Lepidocyrtus lignorum, Campodea chionea, Eosentomon pratense, Isotomodes productus, Sminthurinus bimaculatus, Onychiurus tetragrammatus serbicus, Brachystomella parvula, Pratanurida cassagnaui, Megalothorax minimus, Isotoma notabilis, Xenylla brevicauda* und *Mesaphorura krausbaueri.* Ausser drei Arten *(Pseudachorutes pratensis, Lipothrix lubbocki* und *Lepidocyrtus violaceus)* gehören alle diese Arten zu der charakteristischen Artkombination der Apterygotengemeinschaft der trockenen Wiese.

Der rechte Block ist weiter in zwei sekundäre Blöcke geteilt. Im linken sind Arten von der charakteristischen Artkombination der Sumpfwiese und Arten von der Sumpfwiese und der feuchten Wiese mit niedrigen Konstanzwerten vorhanden. Im rechten Unterblock ist *Mesaphorura hygrophila* von der Sumpfwiese zusammen mit Arten der charakteristischen Artkombination der Apterygotengemeinschaft der feuchten Wiese und Arten mit niedriger Konstanz von diesen beiden Wiesen vereint.

Die Bindung der Arten bestätigt, das es sich auf der Sumpfwiese und auf der feuchten Wiese um Apterygotengemeinschaften in Entwicklung (Sukzession) handelt. Die Bindung der Arten von der trockenen Wiese hat höhere Werte des Korrelationskoeffizienten und die Apterygotengemeinschaft dieser Wiese ist nicht (wenigstens nicht direkt) mit der feuchten Wiese und der Sumpfwiese in sukzessioneller Verbindung.

6. FAUNISTISCH-ÖKOLOGISCHE UND ZOOGEOGRAPHISCHE CHARAKTERISTIK DER FESTGESTELLTEN APTERYGOTA

6.1. Charakteristik der Arten

6.1.1. Collembola

Hypogastruridae

Ceratophysella succinea (Gisin, 1949)
Verbreitung: Europa, N-Amerika.
Ökologische Charakteristik: Sie lebt einzeln in Wäldern und auf Wiesen. In hoher Dominanz und Abundanz wurde sie in den Feldkulturen in der Tschechoslowakei festgestellt (Rusek, unpubliziert). In dem studierten Wiesenkomplex bei Lanžhot wurde diese Art in niedriger Abundanz nur auf der trockenen Wiese festgestellt.
Ceratophysella denticulata (Bagnall, 1941)
Verbreitung: Holarktis.
Ökologische Charakteristik: Lebt besonders an relativ warmen Standorten. Typische Art in Stallmistkomposten. Im Untersuchungsgebiet wurden nur wenige Individuen im Boden der feuchten Wiese und im *Glycerietum maximae* festgestellt.

Abb. 54. Verteilung der dominanten und konstanten Arten der Familien Hypogastruridae und Neanuridae auf der Sumpfwiese (a), feuchten Wiese (b) und trockenen Wiese (c). Bei jeder Art ist der höchste festgestellte Abundanzwert angegeben.

Xenylla brevicauda Tullberg, 1869
Verbreitung: Europa.
Ökologische Charakteristik: Art mit breiterer ökologischen Valenz. Sie lebt z. B. in der Streuschicht in den Nadelwäldern, auf trockenen Wiesen und in Steppenböden. Sie erreicht aber eine höhere Abundanz nur in trockeneren Böden. Auf den Überschwemmungswiesen bei Lanžhot ist sie nur auf der trockener Wiese charakteristisch, wo sie eine hohe Abundanz erreicht (29 800 Ex./m^2). Auf der feuchten Wiese kommt sie nur vereinzelt vor (Abb. 54).

Neanuridae

Friesea truncata Cassagnau, 1958
(Syn.: *Friesea mirabilis* var. *reducta* Stach, 1949)
Verbreitung: Holarktis.
Ökologische Charakteristik: Räuberisch lebende Art, die sich mit Rotatorien, Nematoden und Enchytraeiden ernährt. Sie hat eine breitere ökologische Valenz und lebt in Wald- und Wiesenböden. In dem studierten Wiesenkomplex erreichte ihre Abundanz die höchsten Werte auf der feuchten Wiese (19 200 Ex./m^2) (Fig. 30) und die niedrigsten Maxima auf der trockenen Wiese (Fig. 54). Das deutet auf ihre Affinität für mesophile Lebensbedingungen (Fig. 54).
Friesea (Polyacanthella) sp.
Ein beschädigtes Exemplar kam auf der trockenen Wiese vor.
Odontella pseudolamellifera Stach, 1949
Verbreitung: Polen, Slowakei, Mähren (neu), Ost-Karpathen, Istrien.
Ökologische Charakteristik: Zwei Exemplare wurden auf der Sumpfwiese festgestellt.
Pseudachorutes pratensis Rusek, 1973
Verbreitung: Bisher nur von den untersuchten Wiesen bei Lanžhot (Locus typicus) bekannt.
Ökologische Charakteristik: Ein Exemplar wurde auf der feuchten Wiese festgestellt. Auf der trockenen Wiese kommt sie in niedriger Abundanz (100—200 Ex./m^2) und niedriger Konstanz (C_r = 28) vor (Abb. 54).
Pratanurida cassagnaui Rusek, 1973
Verbreitung: Bisher nur vom Locus typicus (Lanžhot) und aus der DDR bekannt.
Ökologische Charakteristik: Diese Art gehört zu den epigäischen Collembolen. Im Untersuchungsgebiet kommt sie nur auf der trockenen Wiese vor und gehört hier zu den charakteristischen Arten der Apterygoten-Gemeinschaft (Abb. 54).
Micranurida hygrophila Rusek, 1973
Verbreitung: Lanžhot (Locus typicus), Jevany bei Praha, Listvjanka bei Bajkal-See (Sibirien) (beide letzten Fundorte sind neu). Wahrscheinlich handelt es sich um eine in der Palearktis weit verbreitete Art.
Ökologische Charakteristik: Bisher wurde diese Art nur in sehr nassen Biotopen gefunden, die während des Jahres auch mehrmals mit Hochwasser oder Grund-

wasser überschwemmt sind. Im Wiesenkomplex bei Lanžhot wurde *M. hygrophila* als charakteristische Art der Collembolen-Gemeinschaft auf der Sumpfwiese festgestellt (Fig. 54). In dem Waldkomplex in Jevany bei Praha lebt sie nur im nassen Boden des *Alnetum incanae*. Bei dem Bajkal-See in Sibirien habe ich diese Art auch auf einem sehr nassem Standort am Bachufer gefunden.

Micranurida candida Cassagnau, 1952
(Syn.: Micranurida sp.: Kubíková et Rusek, 1976)

Verbreitung: Frankreich, Tschechoslowakei (neu: Lanžhot, Hügel Doutnáč im Böhmischen Karst, Jevany bei Praha, Mährischer Karst). Sie wird sehr wahrscheinlich in Süd- und Mittel-Europa mehr verbreitet sein, blieb aber bisher unbekannt (mit *M. pygmaea* Börner, 1901 verwechselt).

Ökologische Charakteristik: Im Untersuchungsgebiet kommt sie vereinzelt nur auf dem xerothermen Standort der trockenen Wiese vor und stellt hier eine vikariante Art zu *M. hygrophila* dar, die nur auf der Sumpfwiese lebt (Abb. 54). Im Böhmischen Karst kommt sie auch auf xerothermen Standorten mit den Pflanzenassoziationen *Seseli-Festucetum duriusculae, Carici-Festucetum sulcatae, Erysimo-Festucetum valesiacae* und *Lathyro-Quercetum pubescentis* vereinzelt vor. In Jevany wurde *M. candida* in den mesischen und xerischen Waldassoziationen *Luzuleto-Fagetum typicum* und *Luzuleto-Fagetum* mit *Dicranum scoparium* vereinzelt gefunden. Die zwei Fundorte im Mährischen Karst stimmen ökologisch mit den xerischen Biotopen im Böhmischen Karst überein.

Anurida balatovae Rusek, 1970

Verbreitung: Bisher nur von dem Locus typicus in Lanžhot bekannt.

Ökologische Charakteristik: Diese Art kommt im Untersuchungsgebiet nur auf der Sumpfwiese vereinzelt vor (Abb. 54).

Anurida brunsvigiensis Hüther, 1964

Verbreitung: BRD, Tschechoslowakei (neu).

Ökologische Charakteristik: Diese Art ist in dem ganzen Wiesenkomplex bei Lanžhot verbreitet, am häufigsten und in höchster Abundanz kommt sie abeauf der feuchten Wiese vor, wo sie zu den charakteristischen Arten der Collembolenr Gemeinschaft gehört (Abb. 54). Sie kommt regelmässig auch auf der Sumpfwiese vor, auf der trockenen Wiese ist sie aber selten (Abb. 54).

Anurida tullbergi Schött, 1891

Verbreitung: Europa, Sibirien.

Ökologische Charakteristik: Hydrophile Art, die in der Anwurfzone an Meeresküsten und an Ufern von Seen und Flüssen lebt. Im Untersuchungsgebiet kam sie vereinzelt auf der Sumpfwiese und auf der feuchten Wiese vor, aber gehört dort nicht zu den charakteristischen Arten.

Anurida ellipsoides Stach, 1949

Verbreitung: Ukraine, Slowakei, Mähren (neu), Österreich, Jugoslavien.

Ökologische Charakteristik: Im Untersuchungsgebiet kommt diese Art vereinzelt auf der feuchten und trockenen Wiese vor, auf der Sumpfwiese lebt sie nicht. In Jugoslavien lebt sie in feuchteren *(Alnetum)* und trockeneren Wäldern und auf

verschiedenen Wiesen. In Österreich wurde *A. ellipsoides* im Pseudogley unter Fichtenbestand mit *Sphagnum* und *Vaccinium* festgestellt.

Brachystomella parvula (Schäffer, 1886)

Verbreitung: Kosmopolitisch.

Ökologische Charakteristik: Diese Art gehört zu den charakteristischen Arten der Apterygoten-Gemeinschaft der trockenen Wiese. Auf der Sumpfwiese und der feuchten Wiese kommt sie nicht vor.

Neanura muscorum (Templeton, 1835)

Verbreitung: Europa, Sibirien und Tasmanien (wahrscheinlich eingeschleppt).

Ökologische Charakteristik: Diese corticicole Art lebt unter loser Borke, in moderndem Holz, Nadelstreu, Fallaub und im Moos. In dem Wiesenkomplex bei Lanžhot wurde sie nur einmal auf der trockenen Wiese festgestellt.

Neanura tetrophthalma (Stach, 1951)

Verbreitung: Ungarn, Tschechoslowakei, DDR, BRD, S-Ural.

Ökologische Charakteristik: Diese Art (f. typ.) lebt an feuchten bis nassen Uferbiotopen *(Alnetum,* Wiesen). Im Untersuchungsgebiet lebt sie auf der Sumpfwiese und auf der feuchten Wiese. Auf der trockenen Wiese wurde sie nicht festgestellt.

Onychiuridae

Mesaphorura hygrophila (Rusek, 1971)

Verbreitung: Bisher nur vom Locus typicus (Lanžhot) und aus S-Polen bekannt.

Ökologische Charakteristik: Im Untersuchungsgebiet ist diese Art für die Collembolen-Gemeinschaft der Sumpfwiese charakteristisch und kommt vereinzelt noch auf der feuchten Wiese vor (Abb. 55). Auf der trockenen Wiese lebt sie nicht.

Abb. 55. Verteilung der dominanten und konstanten Arten der Familie Onychiuridae auf der Sumpfwiese (a), feuchten Wiese (b) und trockenen Wiese (c). Bei jeder Art ist der höchste festgestellte Abundanzwert angegeben.

Auch im Pieniny-Gebirge in S-Polen wurde sie auf sehr nassem Standort *(Alnetum incanae)* gefunden.

Mesaphorura krausbaueri Börner, 1901 s. Rusek, 1971

Verbreitung: Holarktis.

Ökologische Charakteristik: Diese Art wurde bisher (nach der Redescription) nur auf feuchten und trockenen Wiesen gefunden. Auf diesen Biotopen gehört sie zu den charakteristischen Collembolen-Arten (RUSEK, 1979). Im studierten Wiesenkomplex bei Lanžhot kommt sie auf der Sumpfwiese nicht vor. Auf der feuchten und trockenen Wiese gehört sie zu den eukonstanten, charakteristischen Arten der Collembolen-Gemeinschaft. Auf der trockenen Wiese erreicht sie höhere Abundanz als auf der feuchten Wiese (Abb. 55), wo auf sie die Überschwemmungen negativ wirken.

Mesaphorura sylvatica (Rusek, 1971)

Verbreitung: Europa.

Ökologische Charakteristik: Diese Art ist für Waldbiotope charakteristisch (RUSEK, 1979), und im Untersuchungsgebiet war sie nur in einem Exemplar auf der trockenen Wiese festgestellt.

Onychiurus armatus (Tullberg, 1869) s. Gisin, 1952

Verbreitung: Europa.

Ökologische Charakteristik: Diese in Europa weit verbreitete Art wurde in verschiedenen Wiesen- und Waldböden festgestellt. Im Untersuchungsgebiet war sie zusammen mit *Onychiurus subarmatus* dominant auf der feuchten Wiese (Abb. 55). Auf der trockenen Wiese kam sie nur vereinzelt vor und wurde hier durch die dominante *Onychiurus tetragrammatus serbicus* ersetzt (Abb. 55). Auf der Sumpfwiese wurde sie nicht festgestellt.

Onychiurus subarmatus Gisin, 1957

Verbreitung: Europa.

Ökologische Charakteristik: Siehe bei *O. armatus*. Im Untersuchungsgebiet kommte sie (ausser auf der feuchten Wiese) noch vereinzelt auf der Sumpfwiese vor, wo *O. armatus* nicht festgestellt wurde.

Onychiurus cancellatus Gisin, 1956

Verbreitung: Europa.

Ökologische Charakteristik: Über ökologische Ansprüche dieser Art ist bisher wenig bekannt. Sie kommte vereinzelt nur auf der trockenen Wiese vor.

Onychiurus latus Gisin, 1956

Verbreitung: Europa.

Ökologische Charakteristik: Auf den untersuchten Wiesen kommt diese Art vereinzelt nur auf der trockenen Wiese vor.

Onychiurus tetragrammatus serbicus Bogojević et Loksa, 1967

Verbreitung: Bisher nur aus Jugoslavien (Serbien), N-Italien (Coli Euganei) und Tschechoslowakei (neu - Lanžhot) bekannt. Die Unterart *O. tetragrammatus tetragrammatus* Gisin, 1963 kommt nur in Jugoslavien vor.

Ökologische Charakteristik: Diese Unterart kam auf dem Wiesenkomplex

bei Lanžhot nur auf der trockenen Wiese vor und gehört hier zu den dominanten und eukonstanten Formen der Collembolengemeinschaft (Abb. 55). Auch in N-Italien wurde sie als dominante Art auf den Wiesen festgestellt. Die Unterart *O. tetragrammatus tetragrammatus* ist typisch für Waldböden.

Onychiurus tricampatus Gisin, 1956

Verbreitung: Europa.

Ökologische Charakteristik: Auf den Wiesen bei Lanžhot kommt sie vereinzelnt nur auf der trockenen Wiese vor.

Isotomidae

Folsomia penicula Bagnall, 1939

(Syn.: *Folsomia multiseta* Stach, 1947)

Verbreitung: Europa (ausserhalb N-Europa).

Ökologische Charakteristik: In wärmeren Wäldern lebende Art. Das auf der feuchten Wiese festgestellte Exemplar stellt dort ein fremdes Element vor.

Folsomia quadrioculata (Tullberg, 1871)

Verbreitung: Holarktis.

Ökologische Charakteristik: Diese Art wird oft als Ubiquist bezeichnet. Sie lebt an verschiedenen Standorten: auf Wiesen, im Walde, im Moos und im morschen

Abb. 56. Verteilung der dominanten und konstanten Arten der Familie Isotomidae auf der Sumpfwiese (a), feuchten Wiese (b) und trockenen Wiese (c). Bei jeder Art ist der höchste festgestellte Abundanzwert angegeben.

Holz von der Ebene bis hoch ins Gebirge. Auch auf den untersuchten Wiesen wurde sie auf allen drei Standorten in hoher Dominanz und Abundanz festgestellt. Wenn wir aber die durchschnittlichen oder die höchsten Abundanzwerte von allen drei Wiesen vergleichen (Abb. 56), sehen wir, dass diese Collembolenart die besten Lebensbedingungen auf der feuchten Wiese, die schlechtesten auf der Sumpfwiese hat.

Isotomodes productus (Axelson, 1903)
Verbreitung: Kosmopolitisch.
Ökologische Charakteristik: Typische Art der trockenen und warmen Böden. Im Untersuchungsgebiet kommt sie nur im Boden der trockenen Wiese vor (Abb. 56) und gehört hier zu den charakteristischen Arten der Apterygotengemeinschaft, erreicht aber niedrige Abundanz.

Isotomiella minor (Schäffer, 1896)
Verbreitung: Kosmopolitisch.
Ökologische Charakteristik: Diese Art wird in der ökologischen Literatur als euryök bezeichnet. Sie kommt in verschiedenen Böden unter Wald- und Wiesenvegetation vor. Auch im Untersuchungsgebiet wurde sie im Boden unter allen drei Wiesentypen festgestellt. Sie gehört dort zu den dominanten und eukonstanten Arten. Wenn wir aber die Abundanzwerte (Abb. 56) und den Abundanzverlauf (Abb. 22, 28, 40) auf allen drei Wiesen vergleichen, sehen wir, dass sie die besten Lebensbedingungen auf der feuchten und trockenen Wiese findet.

Proisotoma minima (Absolon, 1901)
Verbreitung: Europa.
Ökologische Charakteristik: Im Untersuchungsgebiet kommt sie vereinzelt nur auf der trockenen Wiese vor.

Cryptopygus bipunctatus (Axelson, 1903)
Verbreitung: Europa.
Ökologische Charakteristik: Im Untersuchungsgebiet kommt sie vereinzelt nur auf der feuchten Wiese vor.

Isotoma notabilis Schäffer, 1896
Verbreitung: Holarktis.
Ökologische Charakteristik: Diese in der ökologischen Literatur als euryök bezeichnete Art wurde im Untersuchungsgebiet auf allen drei Wiesentypen festgestellt. Wenn wir aber die Abundanzwerte (Abb. 56) vergleichen, stellen wir fest, dass sie die optimalen Lebensbedingungen auf der trockenen Wiese findet.

Isotoma anglicana Lubbock, 1862 s. Yosii, 1963
Verbreitung: Europa.
Ökologische Charakteristik: Es handelt sich um eine hygrophile Art. Im Untersuchungsgebiet kommt sie auf allen drei Wiesentypen vor, auf der feuchten Wiese und auf der Sumpfwiese erreicht sie aber höhere Abundanz- und Dominanzwerte (Abb. 56) als auf der trockenen Wiese.

Isotoma violacea Tullberg, 1876
Verbreitung: Europa.

Ökologische Charakteristik: Nur auf der Sumpfwiese (5 Ex.) festgestellt. In Waldböden kommt sie häufiger vor.

Isotoma fennica Reuter, 1895

Verbreitung: Mittel und Nordeuropa.

Ökologische Charakteristik: Nur auf der feuchten Wiese vereinzelt gefunden. Eine Winterart, die besonders im Gebirge dominant vorkommt.

Isotomurus palustris (Müller, 1776)

Verbreitung: Kosmopolitisch.

Ökologische Charakteristik: Hygrophile Art, die aber im untersuchten Wiesenkomplex nicht typisch ist. Sie wurde hier nur vereinzelt auf der trockenen Wiese festgestellt.

Entomobryidae

Entomobrya handschini Stach, 1922

Verbreitung: Mittel- und Südeuropa.

Ökologische Charakteristik: Atmobiotische Art, die hauptsächlich auf Gras lebt. Im Untersuchungsgebiet nur zweimal (2 Ex.) auf der Sumpfwiese festgestellt.

Orchesella cincta (L., 1758)

Verbreitung: Europa, mit Ausnahme der subarktischen und mediterranen Gebiete.

Ökologische Charakteristik: Lebt im Moos in Wäldern und auf Wiesen. Im Untersuchungsgebiet wurde sie auf allen drei Wiesen festgestellt. Auf der Sumpfwiese wurde aber nur ein und auf der feuchten Wiese drei Exemplare festgestellt. Auf der trockenen Wiese dagegen gehört sie zu den eukonstanten Arten und erreicht dort eine Abundanz bis 5000 Ex./m² (Abb. 57).

Abb. 57. Verteilung der dominanten und konstanten Arten der Familie Entomobryidae und der Symphypleona auf der Sumpfwiese (a), feuchten Wiese (b) und trockenen Wiese (c). Bei jeder Art ist der höchste festgestellte Abundanzwert angegeben.

Lepidocyrtus paradoxus Uzel, 1890
Verbreitung: Europa mit Ausnahme der nördlichsten und südlichsten Teile, O-Canada.
Ökologische Charakteristik: Lebt atmobiotisch auf der Wiesenvegetation. Auf den Wiesen bei Lanžhot wurde sie nur auf der trockenen Wiese festgestellt, wo sie zu den charakteristischen Arten der Apterygotengemeinschaft gehört (Abb. 57).
Lepidocyrtus violaceus Lubbock, 1873
Verbreitung: Europa.
Ökologische Charakteristik: Lebt epigäisch auf Wiesen und Äckern. Sie wurde in niedriger Abundanz und Konstanz nur auf der trockenen Wiese festgestellt.
Lepidocyrtus lignorum (Fabricius, 1781)
Verbreitung: Europa.
Ökologische Charakteristik: Lebt atmobiotisch und epigäisch auf Wiesen und in Wäldern. Sie wurde auf allen drei Wiesen bei Lanžhot festgestellt, aber nur auf der trockenen Wiese gehört sie zu der charakteristischen Artkombination der Apterygotengemeinschaft (Abb. 57). Auf der Sumpfwiese und auf der feuchten Wiese kommt sie nur vereinzelt vor.

Tomoceridae

Tomocerus minutus Tullberg, 1876
Verbreitung: Paläarktis, N-Canada.
Ökologische Charakteristik: Lebt in Wäldern in der oberen Streuschicht, unter Steinen und unter der Rinde von gefallenen Baumstämme. Sie wurde nur vereinzelt auf der trockenen Wiese festgestellt.

Neelidae

Megalothorax minimus Willem, 1900
Verbreitung: Kosmopolitisch.
Ökologische Charakteristik: Euedaphische Art. Sie ist charakteristisch für die Apterygotengemeinschaft der trockenen Wiese. Auf der Sumpfwiese und auf der feuchten Wiese wurde sie nicht festgestellt.

Sminthurididae

Sphaeridia pumilis (Krausbauer, 1898)
Verbreitung: Kosmopolitisch.
Ökologische Charakteristik: Lebt auf feuchten Wiesen. Sie wurde auf allen drei untersuchten Wiesen festgestellt (Abb. 57). Ihre Abundanz erreicht die höchste Werte auf der trockenen Wiese (3500 Ex./m^2).
Sphaeridia sp. n.
Verbreitung: Bisher nur aus Lanžhot bekannt.
Ökologische Charakteristik: Diese neue Art wird in einer selbständiger Arbeit

beschrieben. Sie ist für die Collembolengemeinschaft der Sumpfwiese charakteristisch (Abb. 57) und wurde auch einmal auf der feuchten Wiese festgestellt. Auf der trockenen Wiese lebt sie nicht.
Sminthurides aquaticus (Bourlet, 1843)
Verbreitung: Holarktis.
Ökologische Charakteristik: Lebt auf der Wasseroberfläche von Teichen und Tümpeln. Drei Exemplare wurden auf der Sumpfwiese festgestellt.
Sminthurides malmgreni (Tullberg, 1876)
Verbreitung: Kosmopolitisch.
Ökologische Charakteristik: Lebt auf der Wasseroberfläche von Tümpeln, im nassen Sphagnum und auf schwimmenden Wasserpflanzen. Bei Lanžhot wurde sie nur auf der Sumpfwiese in niedriger Abundanz und Konstanz festgestellt.

Arrhopalitidae

Arrhopalites ulehlovae Rusek, 1970
Verbreitung: Bisher nur vom Locus typicus - den Wiesen bei Lanžhot bekannt.
Ökologische Charakteristik: Sie wurde auf allen drei Wiesentypen festgestellt, aber nur auf der Sumpfwiese und auf der feuchten Wiese gehört sie zu der charakteristischen Artkombination der Collembolengemeinschaft.
Arrhopalites terricola Gisin, 1958
Verbreitung: Schweiz, Jugoslavien, Karpathen.
Ökologische Charakteristik: Edaphische Art. Nur zweimal (5 Ex.) auf der feuchten Wiese festgestellt.

Katiannidae

Sminthurinus aureus (Lubbock, 1862)
Verbreitung: Kosmopolitisch.
Ökologische Charakteristik: Lebt im Moos, auf der Bodenoberfläche in Wäldern, auf Baumstümpfen und auf Gras und Kräuter. Im Untersuchungsgebiet wurde sie auf allen drei Wiesentypen festgestellt, erreicht aber nur auf der Sumpfwiese und auf der feuchten Wiese höhere Abundanzwerte (Abb. 57). Auf der trockenen Wiese ist sie durch die vikariante Art *S. bimaculatus* ersetzt (Abb. 57), die auf der Sumpfwiese und auf der feuchten Wiese nicht festgestellt wurde.
Sminthurinus bimaculatus (Axelson, 1902)
Verbreitung: Finnland, Polen, Ukraine, Ungarn, Tschechoslowakei, Spanien.
Ökologische Charakteristik: Sie lebt auf trockenen Wiesen, in Wäldern in Nadelstreu, auf Flechten und im morschen Holz. Bei Lanžhot wurde sie nur auf der trockenen Wiese festgestellt und gehört dort zu den charakteristischen Arten der Apterygotengemeinschaft (Abb. 57). Sie ist zu *Sminthurinus aureus* eine vikariante Art.

Sminthurinus elegans (Fitch, 1863)
Verbreitung: Europa, N-Amerika.
Ökologische Charakteristik: Sie soll auf trockeneren Standorten als *Sminthurinus aureus* leben (Gisin, 1960). Auf den untersuchten Wiesen wurde nur einmal ein Exemplar auf der Sumpfwiese gefunden.

Bourletiellidae

Heterosminthurus novemlineatus (Tullberg, 1871)
Verbreitung: Skandinavien und östliches Mittel-Europa.
Ökologische Charakteristik: Lebt auf nassen Wiesen. Im Untersuchungsgebiet wurde sie in niedriger Abundanz und Konstanz auf der Sumpfwiese und auf der feuchten Wiese festgestellt.
Bourletiella lutea (Lubbock, 1863)
Verbreitung: England, Frankreich, Mittel-Europa.
Ökologische Charakteristik: Atmobiotische Art. Auf den untersuchten Wiesen wurde sie nur auf der feuchten Wiese in niedriger Abundanz und Konstanz festgestellt.

Sminthuridae

Lipothrix lubbocki (Tullberg, 1872)
Verbreitung: Europa.
Ökologische Charakteristik: Sie lebt in Wäldern in der Streuschicht, im Moos, auf Baumstümpfen und unter Steinen. Auf den untersuchten Wiesen kommt sie in niedriger Abundanz und Konstanz nur auf der trockenen Wiese vor.
Sminthurus viridis (L., 1758)
Verbreitung: Kosmopolitisch.
Ökologische Charakteristik: Häufige atmobiotische Art, die auf verschiedenen Wiesen lebt. Vereinzelt auf der trockenen Wiese (in Bodenproben) festgestellt.
Sminthurus nigromaculatus Tullber, 1872
Verbreitung: Nord-, Mittel- und Ost-Europa
Ökologische Charakteristik: Atmobiotische Art, die auf der Wiesenvegetation lebt. In den Bodenproben von den untersuchten Wiesen kommt sie vereinzelt auf der feuchten Wiese vor.

6.1.2. Protura

Eosentomon pratense Rusek, 1973
Verbreitung: Bisher nur von den Wiesen bei Lanžhot (Loc. typ.) bekannt.
Ökologische Charakteristik: Sie kommt in hoher Konstanz auf der trockenen Wiese vor, wo sie zu der charakteristischen Artkombination der Apterygotengemeinschaft gehört.

6.1.3. Diplura

Campodea chionea Rusek, 1966
Verbreitung: Bisher aus der Tschechoslowakei, Polen und BRD bekannt.
Ökologische Charakteristik: Sie lebt auf trockeneren Standorten unter Wald und Wiesenvegetation. Im Untersuchungsgebiet wurde sie in hoher Konstanz nur auf der trockenen Wiese festgestellt. Auf der feuchten Wiese und auf der Sumpfwiese lebt sie nicht.

6.2. Zoogeographische Analyse der Apterygotengemeinschaften

In der Tab. 16 sind die festgestellten Collembolen, Dipluren und Proturen nach ihrer zoogeographischen Zugehörigkeit angeordnet. Auf der Sumpfwiese dominieren Arten mit kosmopolitischer Verbreitung, dann folgten holarktische, europäische und mitteleuropäische Arten der Dominanz nach. West- und osteuropäische Arten wurden auf der Sumpfwiese nicht festgestellt, und die nordeuropäischen und südeuropäischen Arten waren hier nur als fremde Elemente durch je eine Art mit niedriger Dominanz vertreten. Es ist interessant, dass hier, wie auch auf den weiteren zwei Wiesen, der paläarktische Verbreitungstyp durch niedrige Dominanz vertreten ist (2 Arten). Die erste Dominante *Isotomiella minor* ($D_1 = 24{,}5$) gehört zu den kosmo-

Tabelle 16. Verteilung verschiedener zoogeographischer Elemente in den Böden untersuchter Wiesen (AZ-Artenzahl, D-Dominanz)

Verbreitungselement	Sumpfwiese		Feuchte Wiese		Trockene Wiese	
	AZ	D	AZ	D	AZ	D
kosmopolitisch	4	41,8	3	32,1	8	28,2
holarktisch	6	33,4	5	48,7	6	39,8
paläarktisch	2	2,3	1	0,1	1	0,01
europäisch	6	12,3	8	14,9	14	12,7
mitteleuropäisch	6	9,9	7	3,6	7	2,6
südeuropäisch	1	0,1	—	—	2	16,6
nordeuropäisch	1	0,9	1	0,03	—	—
westeuropäisch	—	—	1	0,3	—	—
osteuropäisch	—	—	2	0,2	—	—

politischen Arten, die zweite Dominante *Folsomia quadrioculata* (D_2 = 43,8) zu den holarktischen Arten, die dritte Dominante *Sminthurinus aureus* ist wieder eine kosmopolitische Art. Die holarktischen, europäischen und mitteleuropäischen Faunenelemente sind auf der Sumpfwiese durch die höchste Artenzahl (je 6 Arten) vertreten, dann folgt das kosmopolitische Faunenelement mit 4 Arten.

Auf der feuchten Wiese dominieren Arten mit holarktischer Verbreitung (5 Arten), dann folgen die kosmopolitischen (3 Arten) und europäischen (8 Arten) Faunenelemente. Die südeuropäischen Arten wurden auf der feuchten Wiese nicht festgestellt, die paläarktischen, nordeuropäischen, westeuropäischen und osteuropäischen Arten wurden hier nur durch eine oder zwei Arten mit niedriger Dominanz vertreten. Der Artenzahl nach sind hier am häufigsten die europäischen (8 Arten) und mitteleuropäischen Arten (7 Arten) vertreten. Die erste Dominante *Folsomia quadrioculata* (D_1 = 41,7) gehört hier zu dem holarktischen Verbreitungstypus, die zweite Dominante *Isotomiella minor* ist eine holarktische Art (D_2 = 71,0) und die dritte Dominante *Onychiurus armatus* ist wieder eine europäische Art (D_3 = 81,3).

Auf der trockenen Wiese dominieren Arten mit holarktischer Verbreitung, dann folgen kosmopolitische, südeuropäische und europäische Arten. Die ost-, west-, und nordeuropäischen Arten wurden hier nicht festgestellt, die einzige festgestellte paläarktische Art wurde hier nur durch niedrige Dominanz (D = 0,01) vertreten. Die erste Dominante *Isotomiella minor* gehört auf der trockenen Wiese zu dem kosmopolitischen Faunenelement (D_1 = 24,3), die zweite Dominante *Folsomia quadrioculata* zu den holarktischen (D_2 = 44,3) und die dritte Dominante *Onychiurus tetragrammatus serbicus* zu den südeuropäischen Arten (D_3 = 60,9). Der Artenzahl nach überwiegen hier europäische Arten (14), dann folgen kosmopolitische (8), mitteleuropäische (7) und holarktische (6) Arten.

Bei dem Vergleich der untersuchten Wiesen ist die Verteilung der einzelnen Faunenelemente auffällig. Die kosmopolitischen Elemente dominieren auf der Sumpfwiese (D = 41,8), auf der feuchten Wiese ist ihre Dominanz niedriger (D = 32,1) und am niedrigsten sind die Dominanzwerte der kosmopolitischen Arten auf der trockenen Wiese (D = 28,2), sie haben hier aber die höchste Artenzahl (8).

7. DISKUSSION

In diesem Kapitel werden die studierten Apterygotengemeinschaften der Überschwemmungswiesen in Südmähren mit den Apterygotengemeinschaften von den Wiesen im Šumava-Gebirge in SW-Böhmen, in N-Italien und mit den neusten Literaturangaben über die Apterygoten der Wiesenkomplexe im Mittleren Wolgaland verglichen. Ein Vergleich mit den älteren Literaturangaben war nicht möglich, denn in einer ganzen Reihe von Gattungen wurden in den letzten 15—20 Jahre gründliche taxonomische Arbeiten veröffentlicht und so wurden die Artkriterien von einer ganzen Reihe der früheren Taxa gründlich geändert. Bei den Vertretern der Wiesenfauna handelt es sich besonders um Arten der Unterfamilie Tullbergiinae, der Gattungen *Onychiurus, Micranurida, Neanura, Anurida, Pseudachorutes, Ceratophysella, Xenylla, Friesea, Lepidocyrtus, Pseudosinella, Sminthurinus,* u. a. Die Entdeckung von neuen morphologischen Kriterien führte zur Unterteilung der ursprünglich breiter aufgefassten Arten in eine ganze Reihe von neuen Arten, und das so schnell, dass auch die neusten Bestimmungstabellen von GISIN (1960) und PALISSA (1964) jetzt zur Bestimmung ungenügend und veraltet sind. Durch die präziser gestellten Artkriterien hat sich gezeigt, dass eine ganze Reihe von Arten, die von verschiedenen Verfassern früher als euryök und weit verbreitet bezeichnet wurden, in Wirklichkeit eine engere ökologische Amplitude haben und dass sie sogar an beschränkte Lebensbedingungen in sehr spezifischen Biotopen gebunden sein können. Deshalb sind hier zum Vergleich mit den Wiesen in S-Mähren nur solche Angaben verwendet, für die ich das Material selbst bestimmt habe (Šumava-Gebirge, N-Italien) oder solche Literaturangaben aus der letzten Zeit, wo das Material durch einen renomierten Spezialisten bestimmt wurde (ALEJNIKOVA und MARTYNOVA 1966 - det. Martynova). Es sind nur wenige Angaben in der Literatur, die diesen Kriterien entsprechen; sie werden trotzdem etwas die Position der studierten Wiesen im europäischen Rahmen erklären.

Weiter wird in diesem Kapitel der Einfluss der Überschwemmungen auf die Bodenfauna diskutiert und unsere Resultate mit den Literaturangaben verglichen.

7.1. Coenotische Verwandtschaft der Überschwemmungswiesen in S-Mähren mit den Wiesen in anderen Teilen Europas

In der Tab. 17 sind die coenotischen Verhältnisse der Bodenapterygoten der studierten Wiesen in S-Mähren, einer Wiese im Šumava-Gebirge in SW-Böhmen, einer Wiese in N-Italien (das Material wurde durch Doz. Dr. M. Kunst, CSc. und Prof. Dr. G. Marcuzzi für ökologische Studien gesammelt und durch mich bestimmt) und 6 Wiesen in Mittlerem Wolgaland (Alejnikova et Martynova 1966) dargestellt. Das Material von diesen Wiesen wurde quantitativ und qualitativ mittels Cluster-analysis-Methode verglichen (Abb. 58).

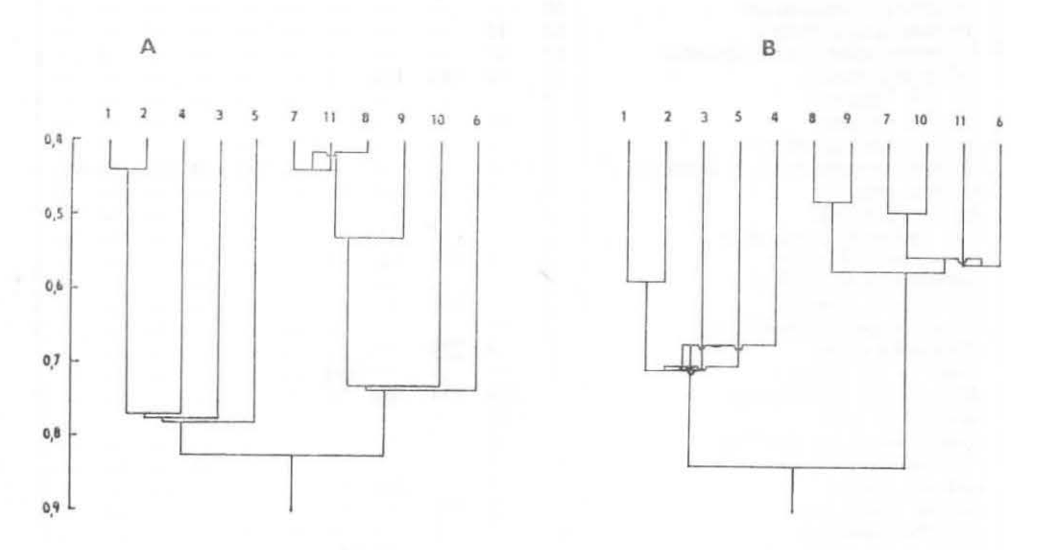


Abb. 58. Coenotische Ähnlichkeit (Φ^2 quant.) — A, und faunistische Ähnlichkeit (Φ^2 1,0) — B der untersuchten Wiesen bei Lanžhot (1—3) mit den Wiesen in Šumava-Gebirge (4), N-Italien (5) und in Mittleren Wolgalandes (6—11). Sumpfwiese (1), feuchte Wiese (2), trockene Wiese (3).

Vom faunistischen Standpunkt bilden die Wiesen des Mittleren Wolgalandes einen hoch homogenen Block in dem Cluster. Die verbleibenden Wiesen bilden den zweiten Block (Abb. 58B), sie sind aber untereinander faunistisch weniger ähnlich als die Wiesen des ersten Blockes (6—11 in Abb. 58B), wobei auch die Sumpfwiese und die feuchte Wiese von Lanžhot keine Ausnahme machen. Die Wiesen von Šumava (4), Norditalien (5) und Lanžhot (1—3) sind faunistisch sehr wenig verwandt. Was aber die coenotische (funktionelle) Ähnlichkeit betrift, wurden im Cluster wieder zwei wenig verwandte Blöcke gebildet (Abb. 58A), die durch dieselbe Wiesen wie bei der faunistischen Ähnlichkeit gebildet wurden. In den Blöcken wurden Apterygotengemeinschaften aber ganz anders und auf einem anderen Niveau der Ähnlichkeitswerte gruppiert. In dem Block mit den Wiesen von Lanžhot, Šumava und

Tabelle 17. Abundanzwerte der Apterygota auf den Wiesen bei Lanžhot (1–3), in Šumava (4), N-Italien (5) und Ukraine (6–11).

Art / No. des Gebietes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Isotomiella minor	525	3386	3051	1310	180	—	—	—	—	—	2
Folsomia quadrioculata	412	4817	2513	445	6	190	—	—	—	—	7
Friesea truncata	226	585	98	402	40	—	—	—	—	—	35
Isotoma anglicana	195	507	27	—	—	—	—	—	—	—	—
Micranurida hygrophila	43	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sphaeridia sp. n.	88	27	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sminthurinus aureus	290	257	12	7	—	—	—	—	—	—	—
Arrhopalites ulehlovae	33	43	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Mesaphorura hygrophila	32	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Anurida brunsvigiensis	59	333	2	—	—	—	—	—	—	—	—
Sminthurides malmgreni	39	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Neanura tetrophthalma	32	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Heterosminthurus novemlineatus	13	27	—	—	—	—	—	—	—	4	—
Sphaeridia pumilis	43	72	113	116	1	—	—	—	—	—	—
Anurida balatovae	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Anurida tullbergi	6	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sminthurides aquaticus	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Onychiurus subarmatus + *armatus*	6	1194	4	402	—	48	168	428	228	96	475
Isotoma notabilis	5	5	1852	714	55	—	—	—	—	—	2
Isotoma violacea	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ceratophysella denticulata	2	4	—	1	—	—	—	—	—	—	—
Lepidocyrtus lignorum	2	4	174	247	44	—	—	—	—	—	—
Entomobrya handschini	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Eosentomon pratense	2	—	167	—	—	—	—	—	—	—	—
Odontella pseudolamellifera	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Orchesella cincta	1	3	279	—	—	—	—	—	—	—	—
Sminthurinus elegans	1	—	—	—	359	—	—	—	—	—	—
Mesaphorura krausbaueri	—	209	523	303	75	—	—	—	—	—	—
Bourletiella lutea	—	33	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sminthurus nigromaculatus	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Arrhopalites terricola	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Isotoma fennica	—	3	—	280	—	—	—	—	—	—	—
Xenylla brevicauda	—	2	767	—	—	—	—	—	—	—	—
Anurida ellipsoides	—	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Cryptopygus bipunctatus	—	1	—	58	451	—	—	—	—	—	—
Pseudachorutes pratensis	—	1	7	—	—	—	—	—	—	—	—
Folsomia penicula	—	1	—	1084	—	—	—	—	—	—	—
Onychiurus tetragrammatus serbicus	—	—	2087	—	987	—	—	—	—	—	—
Brachystomella parvula	—	—	193	180	—	—	—	—	—	—	—
Sminthurinus bimaculatus	—	—	183	—	—	—	—	—	—	—	—
Lepidocyrtus paradoxus	—	—	121	—	—	—	—	—	—	—	—
Pratanurida cassagnaui	—	—	84	—	—	—	—	—	—	—	—
Isotomodes productus	—	—	83	—	—	—	15	—	2	15	9
Campodea chionea	—	—	62	8	—	—	—	—	—	—	—
Megalothorax minimus	—	—	72	23	1	—	—	—	—	—	—
Lipothrix lubbocki	—	—	12	—	—	—	—	—	—	—	—
Lepidocyrtus violaceus	—	—	12	—	—	—	—	—	—	—	—
Sminthurus viridis	—	—	7	1	23	333	46	4	205	11	7
Ceratophysella succinea	—	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—
Micranurida candida	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—
Proisotoma minima	—	—	4	2	1	—	—	—	—	—	—
Neanura muscorum	—	—	4	6	1	—	—	—	—	—	—
Isotomurus palustris	—	—	4	—	25	—	—	—	—	—	—
Onychiurus tricampatus	—	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—
Onychiurus latus	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—
Onychiurus cancellatus	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle 17 (Fortsetzung)

Art / No. des Gebietes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Mesaphorura sylvatica	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—
Tomocerus minutus	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Pogonognathellus flavescens	—	—	—	77	—	—	—	—	—	—	—
Pseudachorutes parvulus	—	—	—	24	—	—	—	—	—	—	—
Pseudisotoma sensibilis	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—
Stenaphorura quadrispina	—	—	—	631	116	—	—	—	—	11	—
Metaphorura bipartita	—	—	—	4	835	95	137	368	132	15	142
Onychiurus humatus	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—	—
Onychiurus subuliginatus	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—
Onychiurus vanderdrifti	—	—	—	8	—	—	—	—	—	—	—
Entomobrya nivalis	—	—	—	20	—	—	—	—	—	—	—
Heteromurus nitidus	—	—	—	16	1	—	—	—	—	—	—
Onychiurus illaboratus	—	—	—	12	—	—	—	—	—	—	—
Isotoma viridis	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—
Lepidocyrtus curvicollis	—	—	—	615	—	—	—	—	—	—	—
Folsomia ksenemani	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
Lepidocyrtus cyaneus	—	—	—	3	—	—	23	—	—	—	7
Bourletiella repanda	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—
Entomobrya lanuginosa	—	—	—	9	—	—	—	—	—	—	—
Folsomia pseudodiplophthalma	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—
Pseudosinella sexoculata	—	—	—	—	47	—	—	—	—	—	—
Onychiurus absoloni	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—
Folsomia candida	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—
Xenylla maritima	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	86
Cyphoderus albinus	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—
Onychiurus sibiricus	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	—
Neonaphorura adulta	—	—	—	—	—	—	23	171	332	238	45
Xenyllodes bayeri	—	—	—	—	—	—	8	8	11	215	5
Xenyllodes ghilarovi	—	—	—	—	—	—	—	—	18	—	—
Ceratophysella armata	—	—	—	—	—	48	23	—	—	19	41
Hypogastrura manubrialis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
Folsomia fimetaria	—	—	—	—	—	—	—	—	—	291	—
Folsomia tatarica	—	—	—	—	—		8	—	—	—	—
Cryptopygus thermophilus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9
Lepidocyrtus lanuginosus	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—
Pseudosinella octopunctata	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9
Willowskia buski	—	—	—	—	—	143	8	—	—	8	2

N-Italien sind coenotisch nur die Apterygotengemeinschaften der feuchten Wiese mit der Sumpfwiese eng verwandt, die anderen drei Wiesen haben die Apterygotengemeinschaft funktionell weit voneinander getrennt ($\Phi^2 > 0{,}77$). In dem zweiten Block sind funktionell nur die Apterygotengemeinschaften der Wiesen No. 7, 8 und 11 (9) eng verwandt, die andren zwei Wiesen sind coenotisch stark unterschiedlich ($\Phi^2 > 0{,}76$).

Die Coenosen der Bodenmesofauna auf den Wiesen werden allgemein als arm und faunistisch wenig interessant betrachtet. Z. B. Kühnelt (1950) betrachtet die Bodenfauna der Wiesen als verarmte Bodenfauna des Waldes. Die coenotische Untersuchung der Wiesenfauna S-Mährens hat aber gezeigt, dass es nicht so vereinfacht dargestellt werden kann, und dass sich die Bodenfauna von verschiedenen Wiesenassoziationen gründlich unterscheiden kann. Aus dem Beispiel der Wiesen von Lanžhot kann man ableiten, dass auch Wiesen von einem und demselben Wiesen-

komplex sich in ihrer Bodenfauna durchaus unterscheiden, wenn ihre Ökologie und Phytocoenosen unterschiedlich sind.

In der botanischen Literatur wurde oftmals die Frage der Ursprünglichkeit der Wiesenbiocoenosen in Mitteleuropa, wo das ganze Gebiet vor der Besiedlung durch den Menschen mit Wald bedeckt sein sollte, diskutiert. Auf Grund der Analyse der Apterygotengemeinschaften und auf Grund des Vorhandenseins einiger Arten der Bodenmakrofauna neige ich zu der Ansicht, dass auch vor der menschlichen Besiedlung und vor der anthropogenen Beeinflussung der Landschaft in Mitteleuropa natürliche Wiesenbiocoenosen mit einer ganzen Reihe von Übergängen von den Sumpfwiesen bis zu den trockenen Wiesen entwickelt waren. Sie waren auf geeigneten Lokalitäten durch die Tätigkeit der Flüsse (Hochwasser, Anschwemmungen), der grossen Säugetiere und durch andere Faktoren bedingt und erhalten. Über die Fläche der ehemaligen Wiesenökosysteme könnte man diskutieren. Es ist sehr wahrscheinlich, dass damals nicht so grosse Wiesenkomplexe wie heute entwickelt waren. Die grossen Wiesenkomplexe, wie wir sie heute kennen, entstanden teilweise aus den ursprünglichen Wiesen und sind in so grosser Flächenausdehnung hauptsächlich durch die anthropogene Tätigkeit erhalten. Dass in Mitteleuropa vor der anthropogenen Beeinflussung Wiesen existierten, kann man durch eine ganze Reihe der Bodenarthropoden, die im Walde nicht leben können, beweisen. So eine Art ist z. B. die Elateridenart *Agriotes brevis*. Sie lebt nur in Wiesenböden oder Äckern und kann sich in den Waldböden nicht entwickeln, so wie ihre Verwandten *A. lineatus, A. sputator, A. obscurus, A. ustulatus* u. a. Die letztgenannten Arten wurden zwar in den Wiesenböden bei Lanžhot nicht gefunden, es sind aber typische Vertreter der Wiesenfauna der nördlich angrenzenden Gebiete Mährens. Hier sind sie nur deswegen angeführt, weil sie die typische Wiesenfauna repräsentieren. Von den Apterygoten aus dem Wiesenkomplex bei Lanžhot ist auch eine ganze Reihe von Arten für die Wiesenbiotope typisch. In den Wäldern wurden sie bisher nicht festgestellt. Es sind z. B. *Onychiurus tetragrammatus serbicus, Mesaphorura krausbaueri, Mesaphorura hygrophila, Anurida balatovae, Anurida brunsvigiensis, Isotomodes productus, Entomobrya handschini, Lepidocyrtus paradoxus, Arrhopalites ulehlovae, Heterosminthurus novemlineatus, Bourletiella lutea, Sminthurus viridis, Sminthurus nigromaculatus* und *Eosentomon pratense*. Eine Reihe von diesen Arten gehört zu den Dominanten der studierten Apterygotengemeinschaften und hat so die Funktion der Ökosysteme bestimmt, andere Arten kommen in den Gemeinschaften regelmässig vor. Die aktive Verbreitung dieser Arten, besonders der euedaphischen und hemiedaphischen, geht sehr langsam vor sich, und es ist nicht denkbar, dass sie aus entfernteren Gegenden Europas in kürzerer Zeit als einige Tausend Jahre immigrieren konnten.

In dem Kapitel 5.2 wurde angeführt, dass nach dem Trockenfallen der Sumpfwiese die Neubesiedlung durch einige Collembolenarten teilweise durch Invasion von der höher liegenden, nicht so lang überfluteten Wiesen, teilweise von den juvenilen Exemplaren, die aus den die Überschwemmung überdauernden Eiern neu geschlüpft waren, und teilweise durch die überlebten Exemplare stattfindet. Es wurde dort

auch angeführt, dass in den ersten Bodenproben nach dem Trockenfallen der Sumpfwiese Arten festgestellt wurden, die auf der Sumpfwiese normalerweise nicht leben, und die durch das Hochwasser dorthin eingeschleppt wurden. Hier eröffnet sich uns eine Möglichkeit, näher die Migrationswege der Bodenfauna zu analysieren.

Die erste Migrationsmöglichkeit für die Bodenfauna eröffnet sich durch den Hochwassertransport von den höher liegenden, benachbarten Lokalitäten oder sogar von weiter entfernten Orten am Oberlauf des Flusses. Diese Möglichkeit kommt nicht in Frage bei einer Immigration von den Gebieten am unteren Flussabschnitt, also stromaufwärts. PACLT (1962) hat beobachtet, dass bei dem Tauwetter Ende des Winters mit dem Wasser eine grosse Menge von Collembolen und anderer Bodentiere transportiert werden. Die Käfersammler wissen, dass man nach dem Hochwasser im angeschwemmten Holz und anderem Material an den Ufern eine ganze Reihe, oftmals sehr seltene, Käferarten finden kann. Aber nicht alle Arten können sich durch das Hochwasser verbreiten, und nicht alle Arten, die den Transport überleben, können in die benachbarten Biotope immigrieren und dort dann beständig auch leben und sich vermehren. Auf der Sumpfwiese wurde z.B. *Eosentomon pratense* gefunden, der hier von den benachbarten trockenen Wiesen eingeschwemmt wurde, hier aber nicht überlebte und sich daher nicht in die hiesige Lebensgemeinschaft einreihte. Auch die *Sminthurides*-Arten, typische Bewohner der Wasseroberfläche, haben nach dem Trockenfallen auf der Sumpfwiese nicht lange überlebt.

Eine typische Collembolenart, die sich durch den Wassertransport weit von ihrem zusammenhängenden Areal verbreitete, ist *Tetrodontophora bielanensis*. Von den Karpaten ist sie z.B. in Polen entlang der Flüsse weit nach Norden verbreitet. Sie lebt z.B. entlang der Wisla und ist bei Warschau zu finden. In der Tschechoslowakei hat sie die nordwestliche Grenze ihres Areales. Aus den Buchenwäldern der Českomoravská vrchovina Hügellandes wird sie bis zu der Mündung mit der Vltava durch den Sázava-Fluss herabgeschwemmt. Sie lebt so entlang der Sázava und ihrer kleinen Zuströme in den feuchten und kühlen Buchenwäldern, Acereto-Fraxineten und Alneten. Auf den ersten Blick scheint es absurd zu sein, dass sie noch weiter unten entlang der Vltava oder im Gebiet am linken Vltava-Ufer nicht lebt. Weniger absurd ist diese Tatsache nach der Analyse der Vegetationsverhältnisse. Entlang des Sázava-Flusses sind feuchte und kühle Fageten entwickelt, am linken Vltava-Ufer sind aber Pflanzenassoziationen der *Querceto-Carpinetum* Reihe entwickelt, also besonders wärmere und trockenere Standorte, in welchen *Tetrodontophora bielanensis* nicht überleben kann. Über den erfolgreichen Wassertransport (auch durch andere Wege) hinaus ist als sehr wichtige Bedingung nötig, dass die Tiere an dem neuen Standort geeignete Lebensbedingungen finden.

Eine andere Weise, die eine schnelle Bodenbesiedlung der langzeitig überflutete Biotope erlaubt, die aber nur auf die geflügelten Insekten beschränkt ist und bei den flügellosen Arthropoden nicht in Frage kommt, ist eine Invasion der fliegenden Vollkerfe der Diptera, Coleoptera u.a. auf solche Biotope. Im Boden der Sumpfwiese bei Lanžhot überwogen in Zahl und Biomasse Larven der Diptera und Coleoptera, also Gruppen, die als Vollkerfe fliegen und auch weiter entfernte, geeignete

Biotope neu besiedeln können. Auf der trockenen Wiese spielen diese Arten keine so wichtige Aufgabe. Einerseits finden sie hier nicht die geeigneten Lebensbedingungen (niedrige Bodenfeuchtigkeit), andererseits werden hier auch die biotischen Faktoren eine grosse Rolle spielen, die die Besiedlung diesen Gruppen hier erschweren (z.B. grosse Diversität anderer Gruppen der Bodenorganismen, die hier keine Nische frei lassen).

7.2. Überschwemmungswirkungen auf die Bodenfauna

Auf den Überschwemmungswiesen spielen für die Entwicklung der Gemeinschaften der Bodenfauna die Überschwemmungen die Wichtigste Rolle. Sie bestimmen gleichzeitig, wie sich die Populationsdynamik einzelner Arten in der nachfolgenden Zeitperiode entwickeln wird. In der Literaturübersicht (Kap. 2) wurden die wichtigsten Arbeiten besprochen, die sich mit der Wirkung des Wassers auf die Bodentiere und ihre Gemeinschaften befassen. Dort wurden auch die Ansichten verschiedener Autoren auf das Verhalten der Bodentiere im Wasser und ihre Experimentalergebnisse behandelt. Diese Verfasser stellten gemeinsam auf Grund ihrer Experimente fest, dass die Vertreter der Bodenmakrofauna imstande sind, auch eine längere Wasserüberflutung zu überleben, wenn sie in die kühlere Jahreszeit fällt. Während der Sommerüberschwemmung mit höherer Wassertemperatur stirbt die Bodenfauna aber in kurzer Zeit (Schaerffenberg 1949, Giljarov 1949). Nach diesem groben Schema verhält sich während der Überschwemmungen auch die Bodenfauna der Wiesen bei Lanžhot. Ich möchte hervorheben, dass es nur ein grobes Schema des Verhaltens der Bodenfauna unterhalb des Wasserspiegels ist. Die Sommerüberschwemmungen wirken schädigend auf den grössten Teil der Bodenmakrofauna und eliminieren Gruppen mit einem längeren Lebenszyklus aus der Gemeinschaft der Bodenfauna der regelmässig im Sommer überschwemmten Wiesen. Bei den euedaphischen Arten der Bodenmesofauna (Collembola) verursacht sowohl die Sommerals auch die Frühlingsüberschwemmung eine Erniedrigung der Abundanzwerte, die Sommerüberschwemmung dezimiert die Arten dieser ökologischen Gruppe aber stärker als die Frühlingsüberschwemmung. Die durch Wittasek (1947, in Kühnelt 1950) beobachtete Erscheinung, dass bei der Überschwemmung sich die stärker beborsteten Collembolen-Arten mit einer Luftblase umhüllen, in die aus dem Wasser Sauerstoff diffundiert und den Tieren normales Atmen ermöglicht, kann nach unseren Ergebnissen nur bei den epigäischen Arten gelten. Bei den hemiedaphischen und euedaphischen Arten kann das Atmen durch eine Luftblase höchstens nur bei einem kleinen Teil der Population vorkommen und dies auch nur für eine beschränkte Zeitperiode und in Abhängigkeit von der Wassertemperatur. Bei den hemiedaphischen Arten wurde in Lanžhot eine Abundanzreduktion während der Sommerüberschwemmung, bei den euedaphischen Arten auch während der Frühlingsüberschwemmung

festgestellt. WITTASEK (in KÜHNELT 1950) führt auch an, während längeren Überschwemmungen »scheinen die Tiere aus Sauerstoffmangel abzusterben. Nach dem Fallen langdauernder Überschwemmung ist die Besiedlung des Bodens auffallend gering (nur 4 Exemplare von *Lepidocyrtus lanuginosus* in einem-Liter Boden). Nach einer Woche kamen je einige Individuen von *Friesea mirabilis* und *Proisotoma minuta* hinzu, und in 3 bis 4 Wochen war die normale Besiedlung wieder hergestellt. Es kann somit angenommen werden, dass die meisten Collembolen langdauernde Überschwemmungen in Form von Eiern überdauern.«

Wie in der Kap. 5.2 (Tab. 12) gezeigt wurde, hängt die Wirkung der Überflutung auf die Bodenfauna besonders von der Jahreszeit ab. Diese entscheidet, wie grosse Mengen der Individuen von der ursprünglichen Population die Überschwemmung überleben und wie sich die Population weiter entwickeln wird. Die Populationsentwicklung nach dem Trockenfallen der Wiese entscheiden bei den Collembolen (und offensichtlich auch bei Acarina - cf. BECK 1972) teilweise auch die Immigranten aus den benachbarten, durch die Überschwemmung weniger beeinflussten, höher liegenden Coenosen, und weiter die die Überschwemmung überdauernden Eier oder adulten Tiere. In der Strategie der Neubesiedlung oder des Neuaufbaues der Populationen spielt auch die Generationslänge einzelner Arten und ihr Vermehrungspotential eine wesentliche Rolle. Einen wichtigen Faktor, der zu einer Populationsexplosion der Collembolen nach der Überschwemmung führt, sehe ich auch im Nahrungsangebot einer grossen Menge toter organischer Substanz und in der explosiven Vermehrung der Bodenmikroorganismen gleich nach dem Trockenfallen der Wiesen (cf. ÚLEHLOVÁ 1973).

8. ZUSAMMENFASSUNG

Es wurden die Bodenarthropoden, mit besonderer Berücksichtigung der Collembolen, Proturen und Dipluren, in drei Typen von Überschwemmungswiesen bei Lanžhot in S-Mähren studiert. Die untersuchten Wiesen repräsentieren die beiden extremsten und die mittlere Stufe einer Hydroserie terrestrischer Ökosysteme, die von der Tiefe der Grundwasserlinie und von der Länge der regelmässig vorkommenden Überschwemmungen abhängen. Die Sumpfwiese mit der Pflanzengemeinschaft *Glycerietum maximae* ist die feuchteste Wiese. Sie ist regelmässig 1—2mal im Jahre überschwemmt, wobei die Überschwemmung bis 3 Monate dauern kann. Die feuchte Wiese mit *Gratiola officinalis - Carex praecox-suzae* stellt die mittlere Stufe der Hydroserie dar. Sie wird 1—2mal im Jahre überschwemmt, die Überschwemmung dauert hier aber nur 3—14 Tage. Die trockenste Stufe der Hydroserie ist durch die trockene Wiese mit *Serratuleto-Festucetum commutatae* repräsentiert. Sie ist nur einmal in 3—4 Jahren auf eine sehr kurze Zeit überschwemmt. Die Überschwemmung dauert hier nur einige Stunden bis 3 Tage. Auf der Sumpfwiese und auf der feuchten Wiese war im ersten Untersuchungsjahr (1968) nur eine Sommerüberschwemmung, und die trockene Wiese blieb unüberflutet, im zweiten Untersuchungsjahr kam es auf allen drei Wiesen zu einer Frühlingsüberschwemmung.

Die Bodenfauna der Sumpfwiese ist durch eine hohe Abundanz der Makrofauna, mit Dominanz der Larven von Ceratopogonidae, Chironomidae, Psychodidae und *Dryops rudolfi*, und durch die Absenz der Heteroptera, Isopoda, Diplopoda, Geophilidae und Symphyla charakterisiert. Auf der feuchten Wiese sind die Abundanzwerte der Makrofauna viel niedriger als auf der Sumpfwiese, aber auch hier dominieren in der Makrofauna Larven der Diptera und Coleoptera. Die feuchte Wiese ist weiter durch die Absenz von Heteroptera, Isopoda, Diplopoda, Geophilidae und Symphyla charakterisiert. Auf der trockenen Wiese erreichen die Abundanzwerte der Bodenmakrofauna niedrige Werte. Es kommen hier nur die Larven der Coleoptera und Diptera zahlreicher vor. Die trockene Wiese ist aber durch das Vorhandensein der Heteroptera, Isopoda, Diplopoda, Geophilidae und Symphyla charakterisiert, deren Vertreter die Überschwemmungen auf der Sumpfwiese und der feuchten Wiese nicht dauernd überleben können. Die Apterygota sind auf der Sumpfwiese und der feuchten Wiese nur durch die Collembolen vertreten. Auf der trockenen Wiese kommen zu den Collembolen noch die Protura und Diplura hinzu. Weitere

Gruppen der Bodenmesofauna, die die Überschwemmungen nicht dauernd überleben können und die nur auf der trockenen Wiese vorkommen, sind die Pauropoda und Thysanoptera.

Im Boden der Sumpfwiese haben von der Makrofauna die höchsten Abundanzwerte die Dipteren- (19 100 Ex./m^2) und Coleopterenlarven (8 100 Ex./m^2) erreicht. Die Zahl der Acarina ist hier bis zu 6mal höher als die Zahl der Collembolen. Die Abundanzwerte der Acarina erreichen auf der Sumpfwiese 31 400 bis 136 900 Ex./m^2, die der Collembola nur 5 000 bis 46 400 Ex./m^2. Auf der feuchten Wiese erreichen die höchsten Abundanzwerte der Makrofauna nur 1 600 Ex./m^2 bei den Dipterenlarven und 1 500 Ex./m^2 bei den Coleopteren. Von der Bodenmesofauna erreichen Acarina und Collembola auf der feuchten Wiese etwa die gleichen durchschnittlichen Abundanzwerte. In dem trockeneren Jahresabschnitt und im Jahre mit der Frühlingsüberschwemmung sind hier aber Acarina zahlreicher als Collembola. Acarina erreichen auf der feuchten Wiese Abundanzen von 18 600 bis 358 500 Ex./m^2, Collembola von 18 200 bis 163 700 Ex./m^2. Auf der trockenen Wiese erreicht die Makrofauna Abundanzwerte bis 7 100 Ex./m^2, und Diptera, Coleoptera und Heteroptera dominieren hier. Auch Symphyla und Arachnida gehören hier zu den wichtigen Komponenten der Makrofauna. Von der Mesofauna erreichen auf der trockenen Wiese die Apterygota etwas höhere Abundanz als die Acarina. Während des Jahres ändert sich aber das Verhältnis Acarina: Apterygota, und im Sommer und Winter sind auf der trockenen Wiese die Acarina zahlreicher als die Apterygota. Die Acarina erreichen hier Abundanzen von 27 100 bis 165 000 Ex./m^2, Apterygota von 27 300 bis 139 300 Ex./m^2.

Auf der Sumpfwiese ist folgende Artkombination der Collembolengemeinschaft charakteristisch: *Isotomiella minor* - *Folsomia quadrioculata* - *Friesea truncata* - *Isotoma anglicana* - *Micranurida hygrophila* - *Sphaeridia* sp. n. - *Sminthurinus aureus* - *Arrhopalites ulehlovae* - *Mesaphorura hygrophila*. Auf der feuchten Wiese ist folgende Artkombination der Collembolengemeinschaft charakteristisch: *Folsomia quadrioculata* - *Isotomiella minor* - *Onychiurus armatus* - *Onychiurus subarmatus* - *Friesea truncata* - *Mesaphorura krausbaueri* - *Sminthurinus aureus* - *Isotoma anglicana* - *Anurida brunsvigiensis* - *Sphaeridia pumilis* - *Arrhopalites ulehlovae*. Auf der trockenen Wiese wurde folgende charakteristische Artkombination der Apterygotengemeinschaft festgestellt: *Isotomiella minor* - *Folsomia quadrioculata* - *Onychiurus tetragrammatus serbicus* - *Xenylla brevicauda* - *Isotoma notabilis* - *Mesaphorura krausbaueri* - *Brachystomella parvula* - *Eosentomon pratense* - *Sminthurinus bimaculatus* - *Lepidocyrtus lignorum* - *Lepidocyrtus paradoxus* - *Pratanurida cassagnaui* - *Orchesella cincta* - *Friesea truncata* - *Isotomodes productus* - *Campodea chionea* - *Megalothorax minimus* - *Sphaeridia pumilis*.

Die Populationsdynamik einzelner Arten und ökologischer Gruppen wird durch die Überschwemmungen grundlegend beeinflusst. Die Frühlingsüberschwemmung hat nur einen geringen negativen Einfluss auf die Populationsdynamik, sie fördert nach dem Trockenfallen die Abundanzerhöhung bei den meisten Arten. Die Sommerüberschwemmung reduziert dagegen die Zahl der Bodenfauna sehr stark. Bei den

Collembolen kommt es zu einer 89 %igen Reduktion, bei den Acarina sinkt die Abundanz um 46 % bei Oribatei und um 72 % bei den sonstigen Acarina. In der Trockenperiode im Sommer (nach der Frühlingsüberschwemmung) und im Herbst kommt es auf den Wiesen auch zu einer Abundanzreduktion bei den Collembola und Acarina im Zusammenhang mit der niedrigen Bodenfeuchtigkeit. Im Jahre mit der Sommerüberschwemmung ist die Zahlenreduktion der Collembolen und Acarina während der Trockenperiode nicht so gross wie in dem Jahre mit der Frühlingsüberschwemmung.

Bei allen euedaphischen Collembolenarten kommt es plötzlich nach der Überschwemmung zu einer Abundanzreduktion, in dem nachfolgendem Zeitraum beeinflusst aber die hohe Bodenfeuchtigkeit die Populationsentwicklung dieser Arten günstig. Die hemiedaphischen Collembolenarten erhöhen ihre Abundanz plötzlich nach dem Ende der Frühlingsüberschwemmung, und es kommt bei ihnen auch in der nachfolgenden Periode zu einer positiven Entwicklung der Abundanz. Die Sommerüberschwemmung beeinflusst die hemiedaphischen Collembolenarten negativer, denn es wurde bei ihnen eine starke Zahlenreduktion festgestellt. Bei den epigäischen Arten tritt eine Zahlenerhöhung sowohl nach der Frühlings- als auch nach der Sommerüberschwemmung ein. Auf der trockenen Wiese kommt es nach der kurzen Frühlingsüberschwemmung bei den euedaphischen und hemiedaphischen Collembolenarten zur Erhöhung ihrer Abundanz. Bei den epigäischen (4 Arten) und einer hemiedaphischen Collembolenart sinken nach der Frühlingsüberschwemmung der trockenen Wiese die Abundanzwerte.

Die Überschwemmungen und die Trockenperioden wirken nicht nur auf einzelne Arten, sondern auch auf die ganze Gemeinschaften der Bodentiere und ändern ihre Parameter. Zu den grössten Diversitätsveränderungen kommt es bei der Collembolengemeinschaft auf der Sumpfwiese, wo die Sommerüberschwemmung plötzlich die Diversität erniedrigt. Auf der feuchten Wiese erfolgt nach der Sommerüberschwemmung umgekehrt eine plötzliche Erhöhung der Diversität der Collembolengemeinschaft, was durch die drastische Reduktion der Abundanzzahl der ersten zwei Dominanten verursacht wurde. Auf der trockenen Wiese kommt es während der beiden Untersuchungsjahre zu keiner besonderen Änderung der Diversität der Apterygotengemeinschaft, wie auf der Sumpfwiese und der feuchten Wiese. Die niedrigen Diversitätswerte der Collembolengemeinschaft auf der feuchten Wiese weisen auf unausgeglichene Lebensbedingungen in diesem Ökosystem hin.

Alle Apterygoten-Proben von der Sumpfwiese, der feuchten und der trockenen Wiese wurden mittels der Hauptkomponentenanalyse im dreidimensionalen Raum eingeordnet. Die Probengruppe von der trockenen Wiese ist deutlich von den Proben der Sumpfwiese und der feuchten Wiese getrennt. Die grösste Zahl der Proben von der Sumpfwiese befindet sich dicht vor und unterhalb der Proben der feuchten Wiese. Die Proben von der feuchten Wiese, die gleich nach der Sommer- und Frühlingsüberschwemmung entnommen wurden, fielen in die Nähe der Proben von der Sumpfwiese, und die Proben von der Sumpfwiese aus der trockensten Periode liegen wieder im Bereich der Proben von der feuchten Wiese. Die Überschwemmungen

ändern die Collembolengemeinschaft der feuchten Wiese so, dass sie dann der Collembolengemeinschaft der Sumpfwiese näher steht. Das Austrocknen der Sumpfwiese ändert die Collembolengemeinschaft der trockensten Periode so, dass sie dann grosse Ähnlichkeit mit der Collembolengemeinschaft der feuchten Wiese hat. Die Überschwemmungen verlagern so die Collembolengemeinschaft der feuchten Wiese in die Verwandtschaft mit der Collembolengemeinschaft der Sumpfwiese, und die Collembolengemeinschaft der Sumpfwiese hat während der Trockenzeit eine Sukzessionsrichtung zu der Collembolengemeinschaft der feuchten Wiese. Die Überschwemmung wirkt also als eine Bremse, die die Sukzession hemmt.

Die faunistische und coenotische Ähnlichkeit der Apterygoten-Proben von allen drei Wiesen wurde mittels des Abstandkoeffizienten analysiert. Faunistisch haben die in einen Block fallenden Proben von der Sumpfwiese und der feuchten Wiese eine grosse Ähnlichkeit und sie unterscheiden sich scharf von den Proben von der trockenen Wiese. Auch coenotisch verhalten sich die Proben von der trockenen Wiese deutlich anders als diejenigen von der feuchten Wiese und der Sumpfwiese. Einige Proben von der feuchten Wiese haben mit den Proben der Sumpfwiese grosse coenotische Ähnlichkeit, was mit den Überschwemmungen und den Trockenperioden zusammenhängt. Mittels Korrelationskoeffizienten wurde die funktionelle Ähnlichkeit der Proben von den drei Wiesen analysiert. Die Proben von der trockenen Wiese haben untereinander die grösste funktionelle Ähnlichkeit, aber auch hier sind die Proben aus der trockensten Periode mit den übrigen wenig verwandt. Die Proben von der feuchte Wiese und der Sumpfwiese stehen sich in einigen Jahreszeiten funktionell sehr nahe. Die Proben von der Sumpfwiese nach der Sommerüberschwemmung unterscheiden sich aber von den übrigen Proben gänzlich. Der funktionellen Ähnlichkeit nach sind sich die Proben von der trockenen Wiese und der feuchten Wiese ähnlicher als vom faunistischen oder coenotischen Standpunkt. Mittels des Korrelationskoeffizienten wurden auch alle festgestellten Apterygoten-Arten analysiert. Die Arten der trockenen Wiese bilden eine Gemeinschaft, die von den Arten der feuchten Wiese und der Sumpfwiese scharf getrennt ist.

Bei den festgestellten Apterygoten-Arten wird die Verbreitung und eine kurze ökologische Charakteristik angeführt. Die Apterygotengemeinschaften der drei untersuchten Wiesen wurden nach der zoogeographischen Zugehörigkeit der Arten analysiert und charakterisiert. Die studierten Apterygotengemeinschaften von den Wiesen bei Lanžhot sind faunistisch und coenotisch mit den verglichenen Wiesen in SW-Böhmen, N-Italien und im Mittleren Wolgaland sehr wenig verwandt und haben so eine besondere Stellung in ganz Europa.

Почвенная фауна трех типов заливных лугов южной Моравии

Исследовалась фауна почвенных членистоногих преимущественно Collembola, Protura и Diplura трех типов заливных лугов вблизи Ланжгота в южной Моравии. Исследуемые луга являются представителями трех (экстремальных и средней) степеней гидросерии терреетрических экосистем, развитых в зависимости от уровня грунтовых вод и длительности затопления. Болотистый луг с растительной ассоциацией *Glycerietum maximae* является наиболее завлажненным лугом. Наиболее вероятно заливается 1—2 раза ежегодно, период затопления составляет до 3 месяцев. Влажный луг с фитоценозом *Gratiola officinalis-Carex praecox-suzae* является средней степеней гидросерии, заливается 1—2 раза в год и период затопления 3—14 дней. Высшей степенью гидросерии является сухой луг с *Serratuleto-Festucetum commutatae*. Затопляется один раз в 3—4 года, причем затопление продолжается от нескольких часов до 3 дней. В течение первого года исследований болотистый и влажный луг претерпели только одно (летнее) затопление, сухой луг был незатопляем, на второй год исследований весеннее затопление наблюдалось на всех перечисленных лугах.

Почвенная фауна болотистого луга характеризовалась высоким количеством почвенной макрофауны с доминирующими личинками Ceratopogonidae, Chironomidae, Psychodidae и *Dryops rudolfi* и отсутствием Heteroptera, Isopoda, Diplopoda, Geophilidae и Symphyla. Влажный луг характеризовался существенно низшим количеством макрофауны, чем болотистый луг, но и здесь доминирующими были личинки Diptera и Coleoptera. Влажный луг характеризовался также отсутствием Heteroptera, Isopoda, Diplopoda, Geophilidae и Symphyla. На сухом лугу абунданция макрофауны достигла низкого уровня. Только личинки Diptera и Coleoptera встречались здесь чаще. Однако сухой луг характеризовался наличием Heteroptera, Isopoda, Diplopoda, Geophilidae и Symphyla, представители которых не могли длительное время выживать в течение периодических затоплений. Apterygota представлены на болотистом и влажном лугах только Collembola, на сухом лугу к ним присоединяются также Protura и Diplura. Дальнейшими группами почвенной мезофауны, которые не могут переносить длительные затопления и которые живут только на сухом лугу, являются Pauropoda и Thysanoptera. В почве болотистого луга из представителей макрофауны наиболее численными являются личинки Diptera (19 100 экз./м^2) и Coleoptera (8100 экз./м^2). Количество Acarina здесь в 6 раз выше, чем на болотистом лугу и составляет 31 400—136 900 экз./м^2, количество Collembola

5000—46 400 экз./м^2. На влажном лугу из представителей макрофауны наибольшей абунданции достигают только личинки Diptera (1600 экз./м^2) и личинки Coleoptera (1500 экз./м^2). Из представителей почвенной мезофауны абунданция Collembola и Acarina достигает близких величин. В сухую часть года и в годы с весенним затоплением количество Acarina достигает на влажном лугу количеств 18 600—158 500 экз./м^2, Collembola 18 200—163 700 экз./м^2. На сухом лугу количество макрофауны достигает величины 7100 экз./м^2. Из представителей мезофауны на сухом лугу Apterygota достигают несколько больших величин, чем Acarina, но в течение года отношение Apterygota : Acarina меняется. Acarina достигают на сухом лугу количеств 27 100—165 000 экз./м^2, Apterygota 27 300—139 300 экз./м^2.

На болотистом лугу характерной является следующая комбинация видов сообщества Collembola: *Isotomiella minor — Folsomia quadrioculata — Friesea truncata — Isotoma anglicana — Micranurida hygrophila — Sphaeridia* sp. n. — *Sminthurinus aureus — Arrhopalites ulehlovae — Mesaphorura hygrophila*. На влажном лугу характерной является следующая комбинация видов сообщества Collembola: *Folsomia quadrioculata — Isotomiella minor — Onychiurus armatus — Onychiurus subarmatus — Friesea truncata — Mesaphorura krausbaueri — Sminthurinus aureus — Isotoma anglicana — Anurida brunsvigiensis — Sphaeridia pumilis — Arrhopalites ulehlovae*. На сухом лугу является характерной следующая комбинация видов сообщества Apterygota: *Isotomiella minor — Folsomia quadrioculata — Onychiurus tetragrammatus serbicus — Xenylla brevicauda — Isotoma notabilis — Mesaphorura krausbaueri — Brachystomella parvula — Eosentomon pratense — Sminthurinus bimaculatus — Lepidocyrtus lignorum — Lepidocyrtus paradoxus — Pratanurida cassagnaui — Orchesella cincta — Friesea truncata — Isotomodes productus — Campodea chionea — Megalothorax minimus — Sphaeridia pumilis*.

Динамика популяции отдельных видов и экологических групп в значительной степени зависит от затопления. Весеннее затопление имеет незначительное негативное влияние на динамику популяции, после отступлении затопления, наоборот, влияет в направлении повышения абунданции. При летнем затоплении, наоборот, происходит значительное сокращение количества почвенной фауны. Количество Collembola при этом уменьшается на 89 %, Oribatei на 46 %, и на 72 % уменьшается количество остальных Acarina. В течение сухого летнего периода (после весеннего затопления) и осенью настает уменьшение количества Acarina и Collembola в соответствии с низкой почвенной влажностью. В сухой период после летнего затопления уменьшение количетсва этих групп мезофауны не так значительны как в течение сухого периода после весеннего затопления. Количество еуэдафических видов Collembola всегда уменьшается после затопления, однако высокая влажность почвы в этот период способствует развитию популяций этих видов. У гемиэдафических видов Collembola абунданция нарастает сразу же после весеннего затопления и также в последующее время у них имеет место дальнейший количественный рост. Летнее затопление оказалось более отрицательное влияние на гемиедафические виды Collembola так как у них имело место значительное сокращение количества. Эпигеические виды Collembola возрастают количественно как после весеннего, так после

летнего затопления. На сухом лугу после непродолжительного весенного затопления абунданция эуэдафических и гемиэдафических видов Collembola повысилась. У четырех эпигеических видов и одного гемиэдафического вида абунданция после затопления снизилась. Периоды затоплений и сухие периоды оказывают влияние не только на отдельные виды, а меняют параметры целых сообществ почвенных животных. Самые большие изменения видового состава сообщества Collembola имело место в условиях болотистого луга, где под влиянием летнего затопления значительно сокращается разнообразие видового состава. И наоборот, на влажном лугу после летнего затопления наступает резкое увеличение разнообразия видового состава, что в свою очередь обусловлено существенным сокращением абунданции двух первых доминантных видов. На сухом лугу в течение двухлетнего исследования не произошло сколько-нибудь значительное изменение разнообразия сообщества Apterygota. Низкие значения разнообразия на влажном лугу указывают на неблагоприятные условия существования в этой экосистеме.

Методом главных компонентов все образцы Apterygota с исследуемых лугов были представлены в трехразмерном пространстве. Было установлено, что группа образцов с сухого луга отчетливо отличается от образцов с болотистого и влажного лугов. Большинство образцов с болотистого луга находится перед и под группой образцов с влажного луга. Образцы из влажного луга, которые были отобраны сразу же после летнего и весеннего затопления находятся в непосредственной близости образцов с болотистого луга, в то же время образцы с болотистого луга в сухой период находятся в пространстве образцов влажного луга. Таким образом, затопления изменяют сообщества Collembola так, что это сообщество становится ближе к сообществу болотистого луга, а высыхание болотистого луга меняет сообщество Collembola так, что в сухой период становится подобным сообществу с влажного луга.

Фаунистическое и ценологическое подобие образцов Apterygota из всех трех типов лугов анализировались с помощью коэффициента неподобия. Было установлено, что по составу фауны образцы с болотистого и влажного лугов весьма похожи друг до друга и резко отличаются от образцов сухого луга. В свою очередь в ценологическом отношении образцы болотистого и влажного лугов отличаются от образцов сухого луга. Некоторые образцы влажного луга в ценологическом отношении похожи на образцы болотистого луга и наоборот, что связано с периодами затопления и высыхания. С помощью коэффициента корреляции было проанализировано функциональное подобие образцов Apterygota со всех исследуемых лугов. Образцы с сухого луга имеют между собой наибольшее функциональное подобие, но здесь же образцы из сухого периода менее похожи на остальные. Образцы с болотистого и влажного лугов являются в течение некоторых времен года весьма сходны в функциональном отношении. Образцы с болотистого луга после летнего затопления полностью отличаются от остальных образцов. С помощью коэффициента корреляции были проанализированы все установленные виды Apterygota. Виды из образцов сухого луга представляют сообщество, резко отличающееся от видов с болотистого и влажного лугов.

Все установленные виды Apterygota кратко охарактеризованы с точки зрения их зоогеографического распространения. Сообщество Apterygota

исследованных лугов анализировалось также по зоогеографической принадлежности отдельных видов.

Сообщества лугов в окрестностях Ланжгота в фаунистическом и ценологическом отношениях сильно отличаются от сравниваемых с нимы сообществами лугов в юго-западной Чехии, северной Италии и в среднем Поволжье и таким образом занимают исключительное положение во всей Европе.

9. LITERATUR

ALEJNIKOVA M. M., 1965: Die Bodenfauna des Mittleren Wolgalandes und ihre regionalen Besonderheiten. Pedobiologia, 5: 17–49.

ALEJNIKOVA M. M. et MARTYNOVA E. F., 1966: Landšaftno-ekologičeskij obzor fauny počvěnnych nogochvostok (Collembola) Srednego Povolž'ja. Pedobiologia, 6: 35–64.

ALEJNIKOVA M. M. et SEVASTJANOV V. D., 1967: Faunistische und ökologische Untersuchungen über das Vorkommen bodenbewohnender Milben (Tarsonemini, Trombidiformes) im Mittleren Wolgaland. Pedobiologia, 7: 142–152.

BALÁTOVÁ-TULÁČKOVÁ E., 1966: Synökologische Charakteristik der südmährischen Überschwemmungswiesen. Rozpr. ČSAV, ser. mat. přír., 76 (1): 1–40.

BALÁTOVÁ-TULÁČKOVÁ E., 1968: Grundwasserganglinien und Wiesengesellschaften. Acta Sci. Nat., Brno, 2 (2): 1–37.

BALOGH J., 1958: Lebensgemeinschaften der Landtiere. Akademie-Verlag, Berlin. 560 pp.

BECK L., 1972: Der Einfluss der jahresperiodischen Überflutungen auf den Massenwechsel der Bodenarthropoden im zentralamazonischen Regenwaldgebiet. Pedobiologia, 12: 133–148.

BÍLÝ S. et PAVLÍČEK J., 1970: A comparison of the soil coleopterous fauna in three types of meadows in Bohemia. Acta ent. bohemoslov., 67: 287–303.

BONET L., 1964: Le peuplement thécamoebien des sols. Rev. Écol. Biol. Sol., 1: 123–408.

BROWN M. B., 1977: BMDP-77, Biometrical computer programs, P-series. University of California Press, Berkeley. 880 pp.

DUDICH E., BALOGH J. et LOKSA I., 1952: Produktionsbiologische Untersuchungen über die Arthropoden der Waldböden. Acta Biol. Hung., 3: 295–317.

DUNGER W., 1977: Strukturelle Untersuchungen an Collembolengemeinschaften des Hrubý Jeseník-Gebirges (Altvatergebirge, ČSSR). Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz, 50 (6): 1–44.

FRANZ H., 1950: Bodenzoologie als Grundlage der Bodenpflege. Akademie-Verlag, Berlin. 316 pp.

FRENZEL G., 1936: Untersuchungen über die Tierwelt des Wiesenbodens. Fischer-Verlag, Jena. 130 pp.

GILJAROV M. S., 1949: Osoběnnosti počvy kak sredy obitanija i jejo značenije v evoljucii nasekomych. Moskva, Leningrad. 279 pp.

GISIN H., 1960: Collembolenfauna Europas. Genf. 312 pp.

GOLDSTEIN R. A. et GRIGAL D. F., 1972: Computer programs for the ordination and classification of ecosystems. Oak Ridge National Laboratory. 125 pp.

HAARLØV N., 1960: Microarthropods from Danish soils. Ecology, phenology. Oikos, Suppl. 3: 1–176.

HÁJKOVÁ-MASNÁ A., 1967: Charakteristika dominant lučních fytocenos v zaplavovaném území jižní Moravy z hlediska produkční ekologie. Diss. J. E. Purkyně Universität, Brno (tschechisch).

HONCZARENKO J., 1962: Entomofauna glebowa różnych zbiorowisk roślin łankowych. Soc. Sci. Stetinensis, 14: 1–36.

HUTCHESON K., 1970: A test for comparing diversities based on the Shannon formula. J. Theor. Biol., 29: 151–154.
JAKRLOVÁ J., 1967: Plant production, chlorophyll content and its vertical distribution in inundated meadows. Photosynthet., 1: 199–205.
JAKRLOVÁ J., 1968: Flooded meadow communities: an analysis of their productivity in a wet year. Folia Geobot. Phytotax., 3: 345–354.
JAKRLOVÁ J., 1971: Flooded meadow communities: an analysis of productivity in a dry year. Folia Geobot. Phytotax., 6: 1–27.
KRIŠTAL' O. P., 1956: Entomofauna gruntu ta pidstilki v dolini serednoi tečii r. Dnipra. Kiev.
KUBIENA W., 1953: Bestimmungsbuch und Systematik der Boden Europas. Stuttgart. 392 pp.
KUBÍKOVÁ J. et RUSEK J., 1976: Development of xerothermic rendzinas. A study in ecology and soil microstructure. Rozpravy ČSAV, Řada mat. přír. věd, 86 (6): 1–79 + 16 Plts. Academia, Praha.
KÜHNELT W., 1950: Bodenbiologie. Mit besonderer Berücksichtigung der Tierwelt. Wien. 368 pp.
LANE M. C. et JONES E. W., 1936: Flooding as a means of reducing wireworm infestation. J. Econ. Ent., 29: 842–850.
LEUTHOLD R., 1961: Vergleichende Untersuchungen der Tierwelt verschiedener Wiesenböden im oberbayerischen Raum, unter besonderer Berücksichtigung der Collembolen. Z. ang. Ent., 4: 1–50.
PACLT J., 1962: Spontane Flotationen in der freien Natur und deren Bedeutung für eine qualitativ--quantitative Erforschung von Winterpopulationen in der Bodenzoologie. Abh. u. Ber. Naturkundemus. Görlitz, 37: 189–193.
PALISSA A., 1955: Ökologische Untersuchungen an bodenbewohnenden Apterygoten im Gebiete des Süssen Sees bei Eisleben. Wissensch. Z. E.-M.-Arndt-Universität Greifswald, 4: 465–488.
PALISSA A., 1959: Beiträge zur Ökologie und Systematik der Collembolen von Salzwiesen, 1. Teil. Deutsch Ent. Zeitschr., 6: 273–321.
PALISSA A., 1964: Apterygota. Die Tierwelt Mitteleuropas. Leipzig. 407 pp.
RUSEK J., 1966: Einige neue und interessante Proturen und Dipluren-Arten aus der Tschechoslowakei (Apterygota). Acta ent. bohemoslov., 63: 348–372,
RUSEK J., 1970a: Zwei neue Collembolen-Arten von den Überschwemmungswiesen in Südmähren. Acta Soc. zool. bohemoslov., 34: 309–316.
RUSEK J., 1970b: Research on soil mesofauna in three types of lowland meadows. PT-PP report No. 1 (1964–1969), pp. 61–62. Academia, Praha.
RUSEK J., 1971: Zur Taxonomie der Tullbergia (Mesaphorura) krausbaueri (Börner) und ihrer Verwandten (Collembola). Acta ent. bohemoslov., 68: 188–206.
RUSEK J., 1973a: Neue Collembolen von den Überschwemmungswiesen Süd-Mährens. Věstník Čs. spol. zool., 3: 183–194.
RUSEK J., 1973b: Eosentomon pratense sp. n. (Protura) aus Süd-Mähren. Acta ent. bohemoslov., 70: 55–59.
RUSEK J., 1973c: Dryops rudolfi sp. n. und seine Larve (Coleoptera, Dryopidae). Acta ent. bohemoslov., 70: 86–97.
RUSEK J., 1975: Eine Präparationstechnik für Springschwänze und ähnliche Gliederfüsser. Mikrokosmos, 65: 378–381.
RUSEK J., 1979: Ecological specialisation in some Mesaphorura species (Collembola, Tullbergiinae). Acta ent. bohemoslov., 76: 1–9.
RYCHNOVSKÁ M. et col., 1972: Plant water relations in three zones of grassland in the south Moravian flood plain. Acta Sci. Nat. Brno 6 (5): 1–38.
SCHAERFFENBERG B., 1949: Können Landtiere unter Wasser leben? Österr. zool. Ztschr., 2: 160–163.
STRENZKE K., 1949: Ökologische Studien über die Collembolengesellschaften feuchter Böden Ost-Holsteins. Arch. Hydrobiol., 42: 201–303.

TESAŘOVÁ M., 1971: Intenzita rozkladu celulózy v půdách některých lučních společenstev. Dissert., Bot. ústav ČSAV, Brno (tschech.).

TISCHLER W., 1949: Grundzüge der terrestrischen Tierökologie. Braunschweig, 220 pp.

ÚLEHLOVÁ B., 1963: The soil microflora in plant communities of the inundated meadows of the Morava and Dyje River Valley. In: Plant microbes relationships. Academia, Praha. pp 147–153.

ÚLEHLOVÁ B., 1967: Microflora in the soils of temporarily flooded meadows. Preslia (Praha), 39: 295–305.

ÚLEHLOVÁ B., 1970: Mineralization and immobilization of nitrogen in soils of alluvial meadow plant communities with different water regime and with different plant matter production. PT-PP Report No. 1 (1964–1969), pp. 53–56. Academia, Praha.

ÚLEHLOVÁ B., 1973: Alluvial grassland ecosystem-habitat characteristics. Acta Sc. Nat. Brno, 7 (4): 1–41.

WITTASEK S., 1947: Ökologische Untersuchungen an Kleinarthropoden von Verlandungsböden. Dissertation, Wien. (In Kühnelt, 1950 zitiert).

WOOD T. G., 1966: The fauna of grassland soils with special reference to Acari and Collembola. Proc. N. Z. Ecol. Soc., 13: 79–85.

ZAJONC I., 1970: Synúzie dážďoviek (Lumbricidae) na lúkach karpatskej oblasti Československa. Biol. práce, 16 (8): 1–100.

Anschrift des Verfassers: RNDr. Josef Rusek, CSc., Laboratoř půdní biologie, Ústav krajinné ekologie ČSAV, Na sádkách 7, 370 05 České Budějovice, ČSSR.

ROZPRAVY ČESKOSLOVENSKÉ AKADEMIE VĚD

Ročník 94/1984. Řada MPV, sešit 3. Vydává Academia, nakladatelství Československé akademie věd, Vodičkova 40, Praha 1 - Nové Město, telefon 246 241—8, dodávací poštovní úřad 01. Rozšiřuje Poštovní novinová služba. Objednávky tuzemské i do zahraničí přijímá Poštovní novinový úřad, Jindřišská 14, Praha 1 - Nové Město. Lze též objednat u každého poštovního úřadu, u poštovního doručovatele nebo přímo v Academii, nakladatelství ČSAV.

Tisknou Moravské tiskařské závody, n. p., Olomouc

Redaktorka publikace Eva Přibilová

Tento sešit vyšel v lednu 1984 — 11,28 AA — 11,46 VA

Náklad 600 výtisků

Cena brožovaného výtisku 34,— Kčs

Tematická skupina 03/16

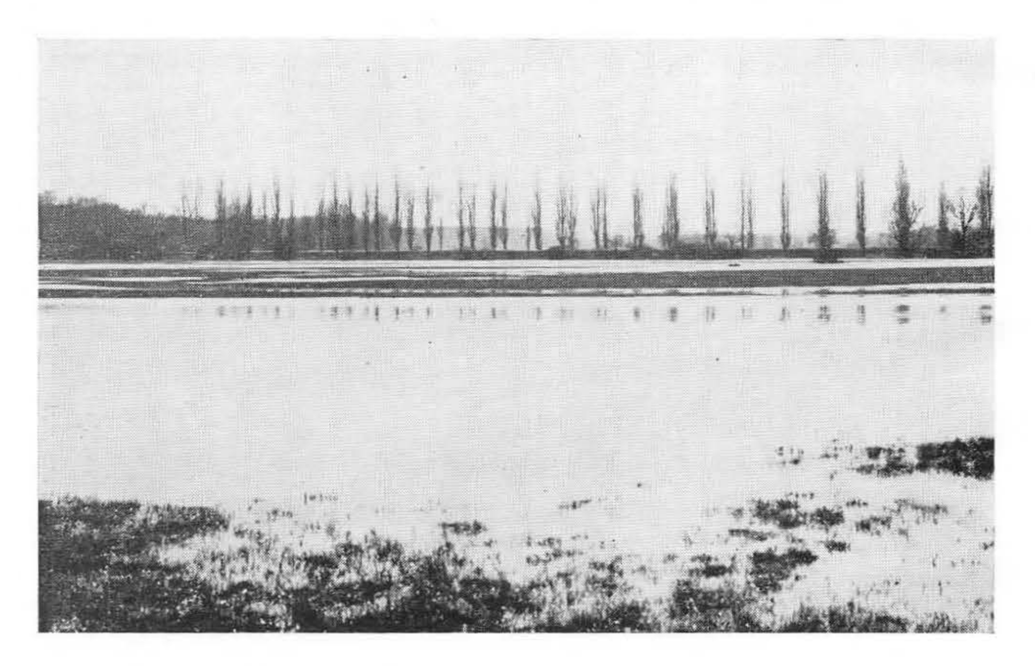




TAFEL 1

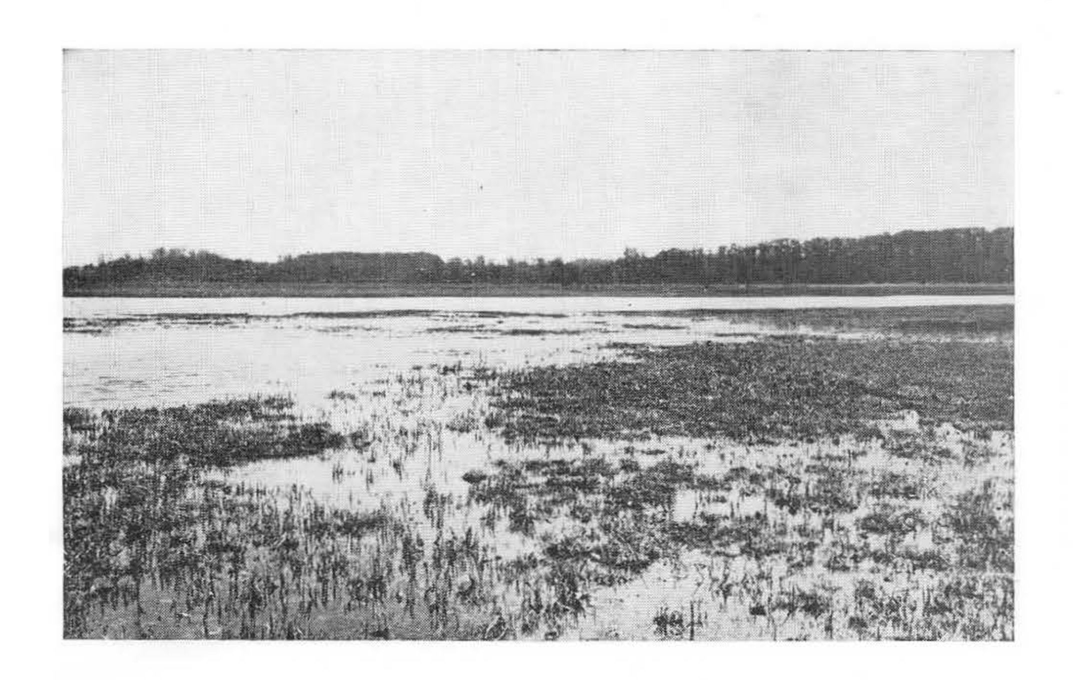
1., 2. Die Überschwemmungswiesen an den unteren Flussabschnitten werden in Europa seltener und seltener. Die Überschwemmungswiesen beim Dorf Mušov in S-Mähren sind jetzt dauernd mit dem Wasser einer grossen Talsperre überschwemmt.

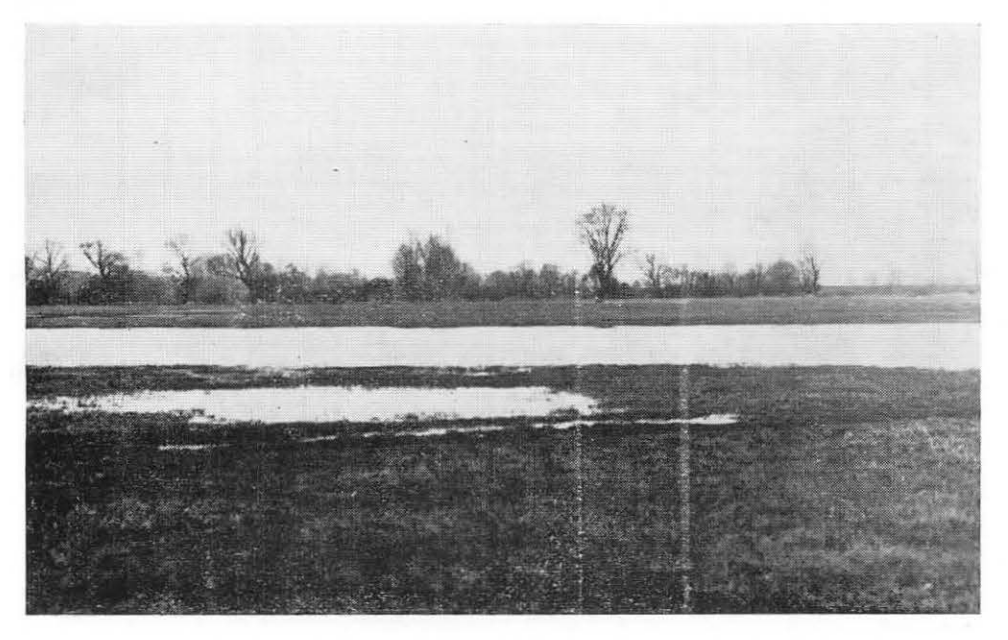




TAFEL 2

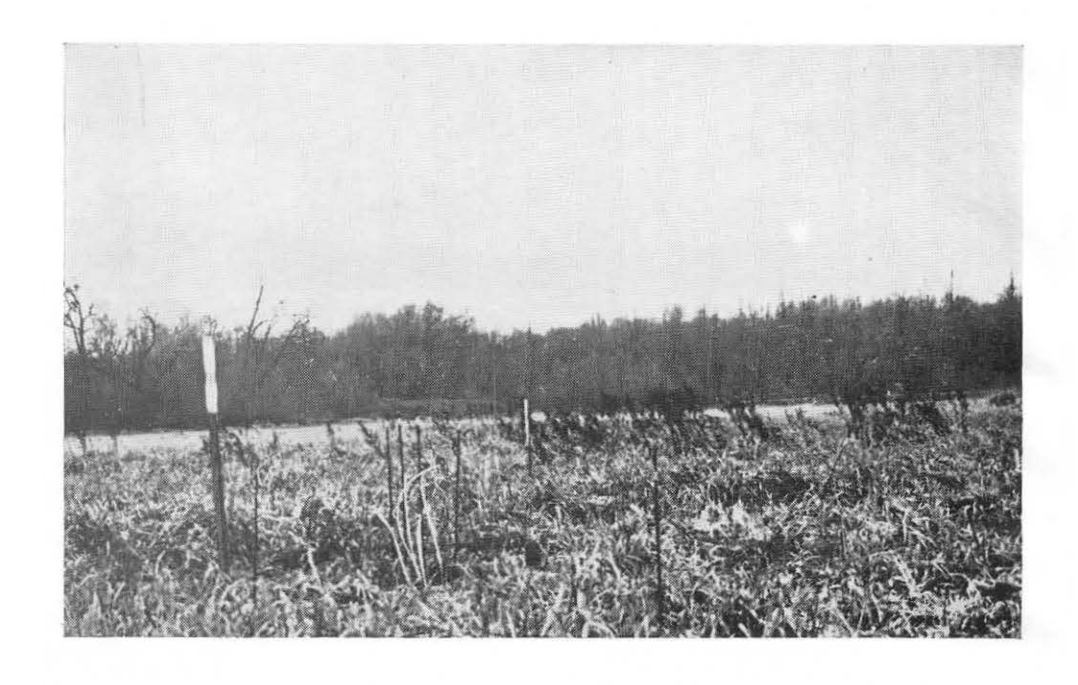
1., 2. Der studierte Wiesenkomplex beim Dorf Lanžhot nördlich der Strasse Brno-Bratislava während der Frühlingsüberschwemmung im Jahre 1969.





TAFEL 3

1. Ein Blick von der feuchten Wiese zu der Sumpfwiese (im Hintergrund) während der Frühlingsüberschwemmung im Jahre 1969. Die Sumpfwiese liegt unterhalb des Wasserspiegels, auf der feuchten Wiese ragt noch das Gras aus dem Wasser hervor.
2. Während der Überschwemmung wird die Konfiguration des Geländes gut sichtbar. Auf den bis jetzt noch nicht überfluteten Flächen sind die trockeneren Pflanzenassoziationen der Hydroserie entwickelt. Die Sumpfwiese liegt tief unterhalb des Wassers, die feuchte Wiese wird in einigen Stunden ganz überflutet.

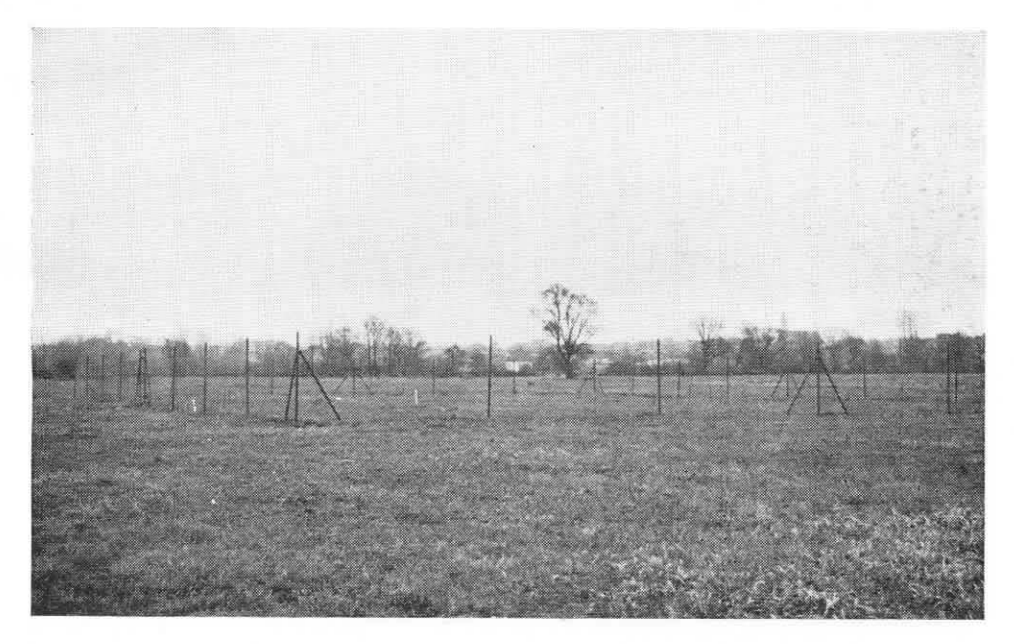




TAFEL 4

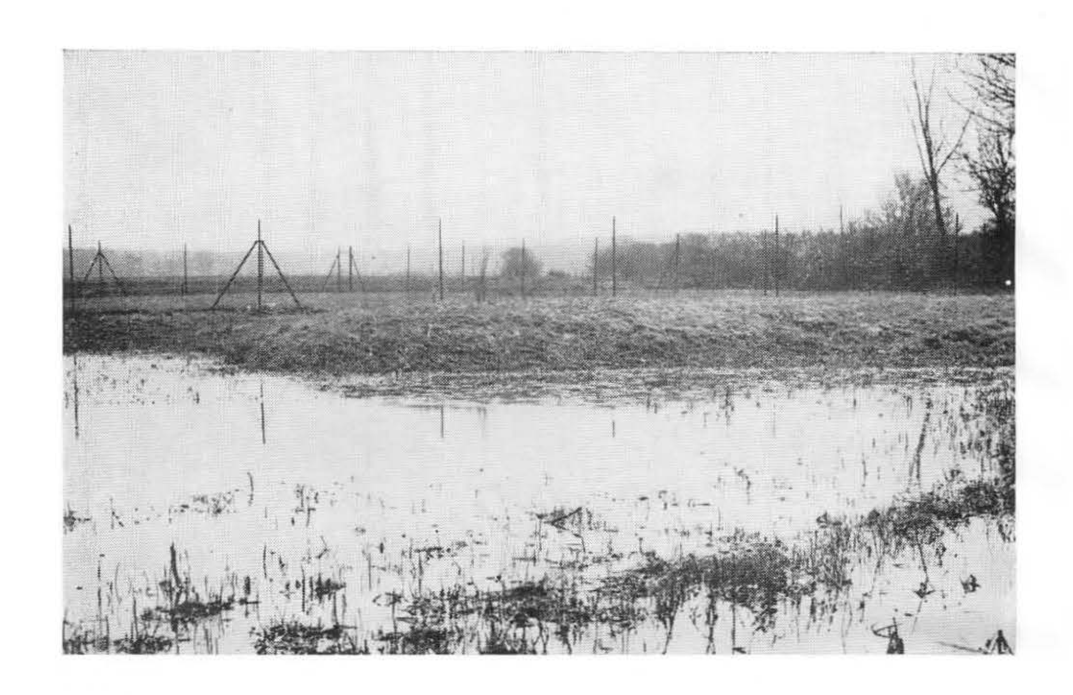
1. Die Sumpfwiese mit *Glycerietum maximae* im Herbst 1979.
2. Die Sumpfwiese (im Hintergrund) während der Frühlingsüberschwemmung im Jahre 1969.

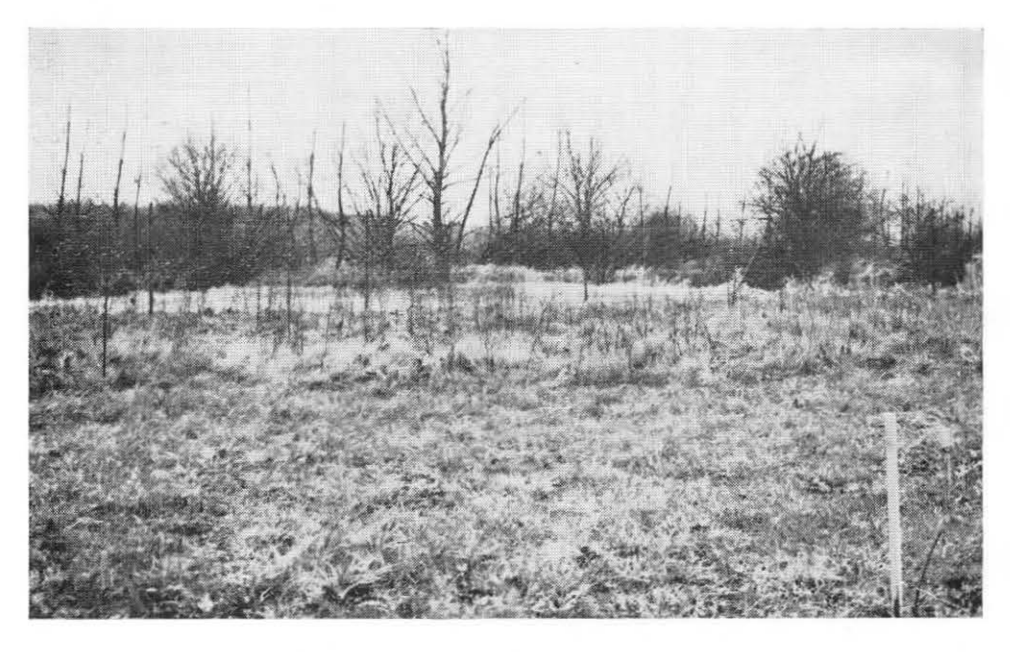




TAFEL 5

1. Die feuchte Wiese mit *Gratiola officinalis - Carex praecox-suzae* am Anfang der Frühlingsüberschwemmung im Jahre 1969.
2. Die umzäunte Lokalität mit der feuchten Wiese im Herbst 1969.

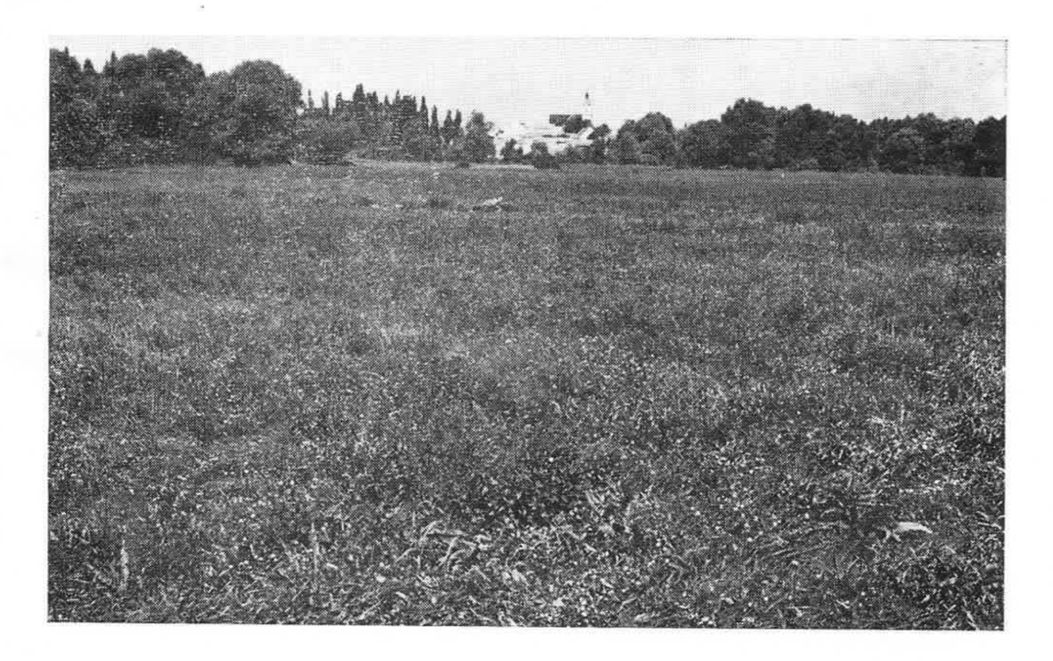




TAFEL 6

1. Die trockene Wiese mit *Serratuleto-Festucetum commutatae* ist nur auf den höchsten Flächen des Wiesenkomplexes entwickelt. Die umzäunte Lokalität ist einige Stunden vor der Frühlingsüberschwemmung im Jahre 1969.
2. Die trockene Wiese im Herbstaspekt.





TAFEL 7

1. Die Sumpfwiese mit *Glycerietum maximae* im Sommeraspekt.
2. Die feuchte Wiese mit *Gratiola officinalis - Carex praecox-suzae* im Sommeraspekt.

(Foto J. Gloser)





TAFEL 8

1. Die feuchte Wiese mit *Gratiola officinalis - Carex praecox-suzae*, Subasoc. mit *Galium boreale*.
2. Die feuchte Wiese mit *Gratiola officinalis - Carex praecox-suzae*, Subasoc. mit *Rorippa silvestris*.

(Foto J. Gloser)